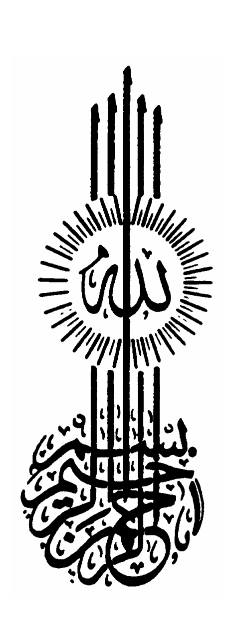
سبك المعادن في الفنون التشكيلية

الدكتور صالح بن حسن الزاير



جامعة الملك سعود
إدارة النشر العلمي والمطابع



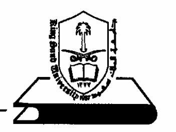
سبك المعادن في الفنون التشكيلية

تأليف

الدكتور صالح بن حسن الزاير

أستاذ مشارك - قسم التربية الفنية - كلية التربية

جامعة الملك سعود



النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

الطبعة الأولى: ١٤٢٧هـ (٢٠٠٦م)
الطبعة الثانية: ١٤٣٣هـ (٢٠١٢م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
الزاير، صالح حسن
سبك المعادن في الفنون التشكيلية/ صالح حسن الزاير. - ط٢ - الرياض، ١٤٣٣هـ.
٢١٩ص، ٢١× ٢٨سم
ردمك: ٢ - ٦١ - ٩٦١ - ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨
١- الفنون التشكيلية - السعودية ٢- تشكيل المعادن أ. العنوان
ديوي ٧٣٩,١٤ ١٤٣٣/١٠٤٨

رقم الإيداع: ١٤٣٣/١٠٤٨
ردمك: ٢ - ٦١ - ٩٦١ - ٥٥ - ٩٩٦٠ - ٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه العشرين للعام الدراسي ١٤٢٤/١٤٢٥هـ المعقود بتاريخ ١٤٢٥/٢/٢٨هـ الموافق١٨/٤/٢٠٠٤م، ثم وافق على إعادة طباعته للمرة الثانية في اجتماعه السابع للعام الدراسي ١٤٣٢/١٤٣٣هـ المعقود بتاريخ ١٤٣٣/١/٩هـ الموافق ٤/١٢/٢٠١١م.


النشر العلمي والمطابع ١٤٣٣هـ

الإهداء

إلى روح استاذي ديفد كلاهان (David Calahan) والذي لم يبخل علي بما يعرف عن فن سبك المعادن ولدعمه وتشجيعه لي لإكمال هذا الكتاب، اهدي إنجازي الأول لطلبتي بقسم التربية الفنية في جامعة الملك سعود بالرياض الذين عاشوا معي تجارب هذا الكتاب خطوة خطوة..

تمهيد الطبعة الثانية

يطيب لي أن أقدم لكم هذه الطبعة من هذا الكتاب بعد أن مضى وقت على إصداره الأول، لم تطرأ إضافات كثيرة على مجال السبك كتقنية فنية، فهو إحدى الوسائل التي استخدمها الفنانون من أقدم العصور للتعبير الفني، والذي وصل إلينا منذ بدايات ظهوره في الحضارات القديمة، وتوارثته الحضارات والمجتمعات بعد ذلك حتى يومنا هذا، فالطرق الأساسية في سبك المعادن لم تتغير عن أصولها منذ آلاف السنين. ولكن ما يمكن أن يتغير هو الظروف السياسية والاقتصادية كذا الاجتماعية والثقافية والتطور الإنساني الذي يدفع بالإنسان إلى البحث عن وسائل للإسراع في الإنتاج واستخدام ما توصل إليه من آليات لتحقيق ذلك، كما حدث في الثورة الصناعية الأولى التي وفرت للقوى العاملة الميكنة التي أدت إلى زيادة الإنتاج في أغلب المصنوعات وتوفيرها بسعر مناسب لعامة الناس، ولكن حافظت بعض المنتجات الفنية في كل العصور على لمسة الإنسان، أما الآلة فقد ساعدت الفنيين في تسهيل مهام الإنتاجية.

واليوم في ظل دخول أجهزة الإنتاج التي يديرها الحاسوب، سهل ذلك على المصممين إنتاج تصاميم بدقة كانت تأخذ الكثير من الجهد والوقت، كما أن توافر الأجهزة بسعر مناسب وضع مثل هذه التقنية حتى في المؤسسات التعليمية وشركات الأعمال المتوسطة والصغيرة. فبرامج التصميم الثلاثي الأبعاد المتخصصة في تصميم الحلي والمنحوتات الصغيرة أصبحت اليوم في متناول المصممين في كل أنحاء العالم تقريبا، كما أن توافر وسائل الاتصال بالشبكة العنكبوتية (الإنترنت) أتاح للمصممين أن ينكبوا على إنتاج تصميماتهم في أي مكان وتحت الظروف التي يرونها مناسبة لهم وإرسالها لمراكز الإنتاج لتنفيها، كما أصبح بمقدور الشركات المنتجة الاستعانة بخبرات عدد من المصممين المبدعين دون عناء السفر إلى مكان الشركة. فأجهزة إنتاج النماذج الثلاثية الإبعاد (3D printers) القابلة للسبك بالطرق المتعارف عليها في سبك المعادن أصبحت متيسرة واقتصادية، مما ساعد على إنتاج تصاميم جديدة بسعر مناسب.

ومن المتغيرات التي برزت منذ الإصدار الأول لهذا الكتاب هو انتشار توظيف استراتيجيات التعلم التعاوني والذاتي في الجانب التربوي، وذلك لما له من أثر على تعميق مستوى التعلم ونقل الخبرات بطريقة إيجابية وأكثر ثباتا عند المتعلم، ورغبة المتعلمين أنفسهم لإيصال ما تعلموه وما اكتسبوه من خبرات للآخرين. وما أتاحته مواقع

الإنترنت مثل (يوتيوب YouTube) من تبادل لخبرات المتخصصين من أفراد وشركات، قد يسر الفرصة لتحقيق هذا. فالأفراد يقدمون خبراتهم الشخصية وتجاربهم عبر مواقعهم الشخصية أو عبر يوتيوب بالشرح المكتوب مزودا بالصور، أو بالصورة المتحركة عبر مقاطع الفيديو والتي عادة ما يقوم بإنتاجها الفنان بنفسه دون مساعدة من طاقم متخصص في إنتاج الأفلام، وكل هذه الخبرات متاحة للجميع مجانا أو باشتراك مناسب. وعلى الموقع نفسه يقوم بعض المصممين بإنتاج مقاطع لعرض إبداعاتهم إما لقصد البيع أو لمجرد تقديمها للمتذوقين. وحتى المؤسسات التربوية والمتاحف والمجلات المتخصصة تقدم اليوم ما لديها من معلومات تود إيصالها للجمهور كجزء من رسالتها في الشراكة المجتمعية. كما حدت الشركات المنتجة للأجهزة المتخصصة في مجال السبك أيضا الطريق نفسه، بعمل مقاطع فيديو تعرض فيها مميزات منتجاتها وخصائصها وطرق استخدامها.

في ظل الظروف التي ذكرناها حاولت أن أتماشى مع مثل هذه المعطيات وفي حدود المتاح ومن خلال خبرة توظيف الكتاب في التدريس ومن خلال ورش العمل خارج الجامعة، فقد تمت إضافة تنبيهات عن السلامة والأمان في الورش، ذلك أنني لاحظت عدم اهتمام الكثير من أفراد المجتمع بهذه الأسس، ولما لها من أهمية فقد حاولت أن أجمع من خبراتي وخبرات الآخرين بعض الضوابط والنصائح والتلميحات لحماية العاملين في ورشة المعادن، وفي المجال نفسه قمت بجمع معلومات عن وسائل السلامة في حفظ المواد الكيميائية المستخدمة عادة في أعمال المعادن، ذلك لقصور مثل هذه المعلومات لدى الكثير من الفنانين والطلبة والعاملين في الورش التعليمية. كما أوردت بعض المصادر الإضافية التي ربما تساعد القارئ في تعلم خبرات جديدة عبر التعلم التعاوني أو التعليم الذاتي، فعالم الإنترنت اليوم فتح المعلوماتية على مصاريعها للجميع، فلم تعد الخبرة مدفونة بين دفات الكتب التي من الصعب في كثير من الأحيان الحصول عليها. وقد حصرت بعض المواقع التي تفيد الفنان والمتعلم والمصمم في اكتساب خبرات عملية جديدة أو مصادر بصرية وإثراء معلوماته التاريخية والفنية. كما قمت – حسب مقدرتي – بحصر لمزودي العدد والأجهزة في السبك وفنون المعادن وطرق الاتصال بهم.

ولعلمي أن كل عمل يقوم به الإنسان هو ناقص؛ لأن الكمال لله وحده، فقد حاولت قدر استطاعتي أن أقدم للقارئ الكريم ما يفيده ويضيف إلى خبراته.

قَالَ تَعَالَى: ﴿إِنْ أُرِيدُ إِلَّا ٱلْإِصْلَٰحَ مَا ٱسْتَطَعْتُ ۚ وَمَا تَوْفِيقِىٓ إِلَّا بِٱللَّهِ ۚ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ وَإِلَيْهِ أُنِيبُ﴾ سورة هود: ٨٨

المؤلف
صالح آل زاير
الرياض: ذو القعدة ١٤٣٢هـ (أكتوبر ٢٠١١م)
بريد إلكتروني: salehalzayer@yahoo.com
الموقع الأكاديمي: http://faculty.ksu.edu.sa/salzayer

تمهيد الطبعة الأولى

من خلال تدريسي لمادة أشغال المعادن والصياغة، وممارستي العملية لفنون التشكيل المجسم، وحواري مع العديد من المهتمين والممارسين لمجال التشكيل المجسم، لاحظت أن الكثير ممن واجهتهم يرغبون في توظيف سبك المعادن في أعمالهم، ولكن أغلبهم يعرف القليل عن طرق السبك. فليس غريبا أن نسمع أن بعض فنانينا يسافرون إلى الخارج (أوروبا بالذات) لسبك أعمالهم بالمعدن أو أن مجسما هاما في ميدان من ميادين مدننا قد تم سبكه في الخارج وذلك لندرة المتخصصين في هذا المجال الفني.

وهذا الكتاب هو محاولة لتوسيع دائرة المعارف لدى فنانينا المحترفين الذين يرغبون في الخوض في هذا المجال، ولدى طلبة كليات الفنون والتربية الفنية الذين هم فنانو الأجيال القادمة ومعلموها. كما يأمل المؤلف أن يسد الكتاب بعض الفراغ في المكتبة العربية من مؤلفات في هذا المجال الحيوي في الفنون الجميلة. والأمل معقود بالمتخصصين في هذا المجال لتزويد حصيلتنا المعرفية من خلال عرض تجاربهم في هذا الفن. وبالرغم من أن هذا المؤلف ليس موجها لاستخدامات السبك في مجال التصنيع الكمي (mass production) إلا أن المبادئ الأساسية التي تحكم السبك هي نفسها في جميع الحالات. فممارسة الإنتاج على مستوى محدود كما يعرضه هذا الكتاب يتيح للمصنع المنتج بكميات كبيرة فهم أساسيات الصنعة.

يعرض المؤلف بعض تقنيات السبك في المعادن التي تتيح للفنان استخدامها لإنتاج أعمال فنية كالمجسمات الجمالية أو النماذج الصغيرة كالميداليات والمنحوتات الصغيرة والحلي. ويركز على الخطوات التنفيذية في كل تقنية، مع الأخذ في الاعتبار تعدد خلفيات القراء وحاجاتهم وإمكاناتهم الفنية. ويسلط الضوء على تقنية سبك المعادن غير الحديدية بالشمع المطرود؛ لأن هذه التقانة تعد واحدة من أهم الطرق التي تمارس في السبك، بالإضافة إلى التعرض لتقنيات أخرى كالسبك بالرمل.

ولم يتعرض الكتاب لسبك المعادن الحديدية مثل الحديد والفولاذ والتي تحتاج لطرق مختلفة نوعا ما عما نعرضه هنا. وقد اعتمدت في وضع هذا الكتاب على خبرتي التي اكتسبتها من خلال التتلمذ على يد مدرسين أكفاء في المجال بالمملكة العربية السعودية وبالولايات المتحدة الأمريكية وتدريسي لفترة لا بأس بها في مجال المعادن والصياغة والمينا في كل من جامعتي ولاية بنسلفانيا بأمريكا وجامعة الملك سعود بالرياض. وربما لا يرضى عني زملائي الأكاديميون لأنني لم استند إلى الكثير من المصادر التي تتعرض لطريقة العمل في السبك، وعذري في ذلك أن الكتابة عن السبك تعتمد بشكل أكبر على الخبرة والممارسة الفعلية. وقد استفدت من مناقشاتي مع بعض المتخصصين وعدت إلى بعض الكتب التي تعرضت لهذه التقنية لزيادة استفادة القارئ العربي من تجارب من سبقونا في هذا المجال. ولست أعني من ذلك أن هذا المؤلف قد قارب الكمال، بل على العكس فإنه الخطوة الأولى في مشوار لا ينتهي، فهناك ضرورة لزيادة الكتاب بمعلومات وخبرات جديدة كلما دعت الحاجة إلى ذلك سواء مني شخصيا أو ممن لديهم الخبرة في هذا المجال أو من المتحمسين الجدد الذين أتمنى أن يجدوا في هذا الكتاب انطلاقة لتدفق إبداعاتهم المتجددة.

من الطبيعي أن ينحو الكتاب منحى تعليميا وذلك لأن أغلب القراء سيكونون من الطلاب أو الهواة الذين يرغبون في معرفة خطوات العمل المتعلقة بتقنية السبك؛ لذا عمدت إلى ذكر بعض التفاصيل التي قد يرى بعض القراء أن لا حاجة لذكرها لأن مثل هذه التفاصيل مهمة لنجاح العمل أو لتسهيل عمليات التنفيذ، كما هي للمجرب تذكرة أو رؤية من منظار الآخرين. وليس المقصود من سرد الخطوات أن لا مجال لتغييرها، بل إن عمق التجربة لكل فرد يفسح السبيل للتجريب وتطويع تجارب الآخرين للوصول إلى طرق إبداعية في حل المشكلات التي تواجهنا أثناء العمل.

وقد تم تنظيم أجزاء الكتاب في الجانب التطبيقي ليقود القارئ خلال خطوات العمل حسب التسلسل المنطقي، ولكن نظرا لتعدد خبرات القراء بمجال السبك فقد عرضنا أولا لمحات عامة عن السبك وخطواته والتحضير له، ثم انتقلنا إلى عرضٍ مسلسلٍ لخطوات التنفيذ في كل تقنية. واخترنا لتوصيل المعلومة أن نعرض لتنفيذ عمل واحد في كل تقنية وزودنا الشرح بالصور والرسوم التوضيحية. وليس من الضروري أن يقرأ هذا الكتاب بالتسلسل الذي ورد فيه، بل من الممكن تصفحه وقراءة الجزء الذي تحتاجه أثناء العمل؛ لذلك تم سرد "المحتويات" بنوع من التفصيل حتى

يستدل القارئ إلى ما يريد دون عناء. ونصيحتي للمبتدئ أن يقرأ العرض العام للمبادئ التي يرتكز عليها السبك لمعرفتها نظريا على الأقل، ومن ثم البدء بتنفيذ العمل.

ولا يفوتني هنا أن اشكر كل من كان له دور في إخراج هذا الكتاب. وأخص بالشكر زوجتي (إلن) وولدي (داود و نوح) على تحملهم وصبرهم، وزملائي في قسم التربية الفنية بجامعة الملك سعود على دعمهم وتشجيعهم. وأخص بالشكر منهم أستاذي وزميلي الأستاذ الدكتور محمد فضل على القيام بالتصحيح اللغوي للكتاب في مراحل إعداده، والدكتور عوض اليامي على دعمه وتشجيعه المتواصل. وأتوجه بالشكر إلى طلبتي وأصدقائي على آرائهم ونقدهم لمحتوى الكتاب أثناء الإعداد. والشكر موصول إلى أستاذي ديفد كلان الذي استلهمت من خبراته الكبيرة التي تعلمتها أثناء دراستي بجامعة أوهايو، وعلى تشجيعه لي لإعداد هذا الكتاب منذ البداية. وكنت أتمنى لو رأى الكتاب بعد انتهاءه إلا أن الأجل وافاه قبل ذلك. والشكر لله أولا وآخرا على أن أعانني على تأليف هذا الكتاب.

وكلي أمل أن يقوم المتخصصون والمتحمسون لمجال السبك بتقديم اقتراحاتهم وتجاربهم لزيادة الاستفادة من الكتاب، أو تأليف كتب أخرى توضح للقارئ والممارس طرق العمل في سبك المعادن أو جمالياته أو عمق جذوره في التاريخ. والله أسأل أن يقودنا جميعا لما فيه الخير والتقدم.

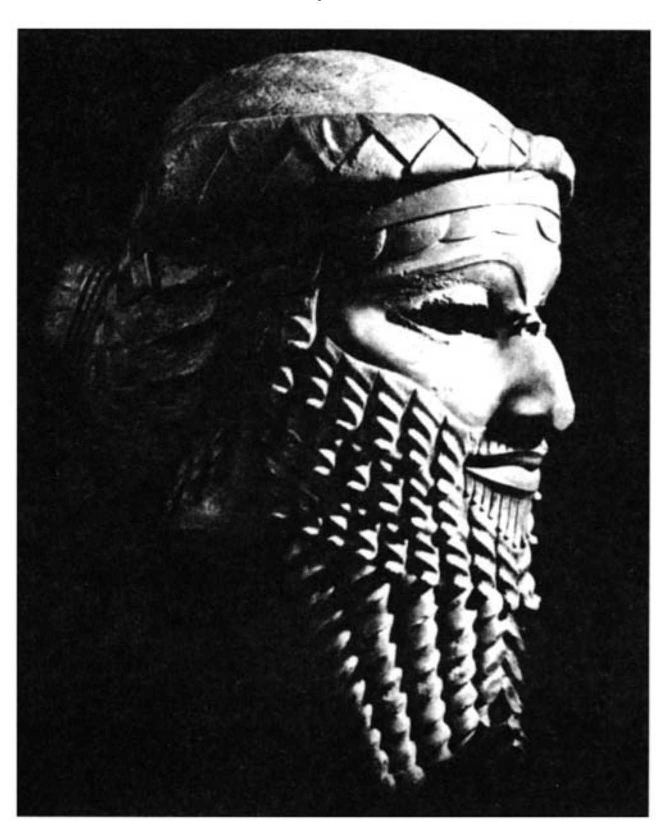
المؤلف

المحتويات

١

سبك المعادن: نظرة إلى التاريخ

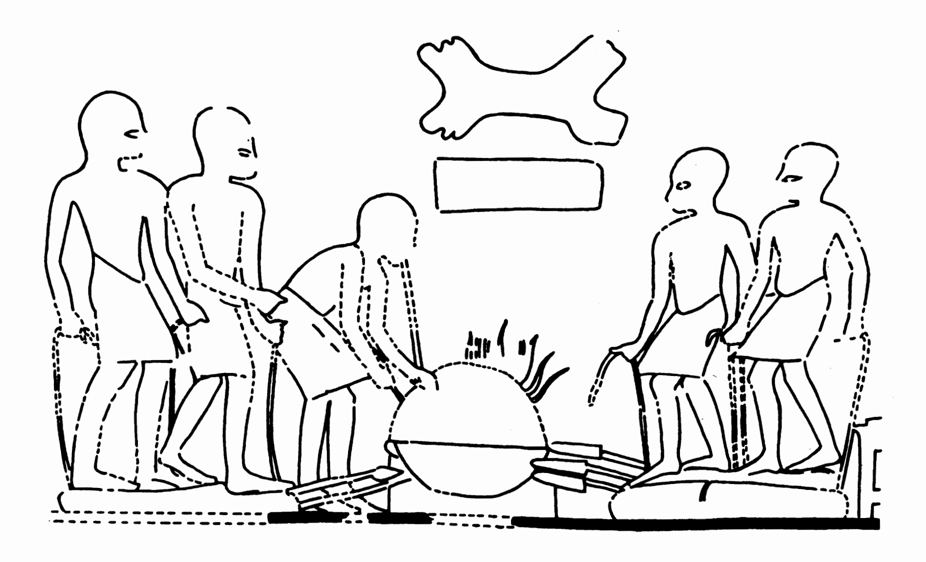
لمحة عامة إلى توظيف تقنية السبك في الحضارات القديمة في الشرق مثل حضارات وادي الرافدين، والحضارة المصرية القديمة، وحضارات شبه القارة الهندية والشرق الأقصى القديمة، وبقايا الحضارات القديمة في شبه الجزيرة العربية. كما يعرض للأعمال المعدنية المسبوكة في حضارات الغرب مثل الحضارة اليونانية والحضارة الرومانية. ويسلط الضوء على السبك في فنون الحضارة الإسلامية وعصر النهضة الأوروبية وما بعدها والفنون الحديثة والمعاصرة.



الشكل رقم (١). رأس سرجون الآكادي.وجد في نينوى.٢٣٠٠-٢٢٠٠ ق. م.برونز. الارتفاع ٣٠ سم. المتحف الوطني العراقي.

سبك المعادن من التقنيات التشكيلية الأساسية التي استخدمتها الحضارات القديمة، وانتقلت الينا عبر سلسلة من االأعمال الفنية كالتحف والأواني والمصوغات التي تزخر بها متاحف العالم. ومما هو متوفر لدينا من نتائج الحفريات وما هو معروض في المتاحف العالمية نجد أن الفنان منذ نشأة الحضارات القديمة قد أتقن هذا الفن. فلا غرابة أن طرق السبك التي يستخدمها الفنانون اليوم لم تتغير كثيراً على مدى عصور متلاحقة، فإن تغيرت الأدوات المستخدمة نوعا ما فإن الأساس الذي تعتمد عليه واحد.

وفي منطقة الشرق الأوسط تفتحت أولى البوادر لفن السبك، ففي بلاد مابين النهرين وجدت تماثيل مسبوكة من المعدن وهي صغيرة الحجم تعود لعهد ميسيليم في الحضارة السومرية ٢٨٠٠-٢٤٧٠ ق.م. (عكاشة ٢ ص ١٤٤). وقد عثر على تماثيل من النحاس تعود للحضارة الغسولية في الهلال الخصيب حوالي عام ٢٩٠٠ ق.م. (علام: ص ٥٦) وليس أدل على براعة الفنان في تلك المنطقة في سبك المعادن من رأس أحد ملوك الآكاديون من نينوه (الشكل رقم١).

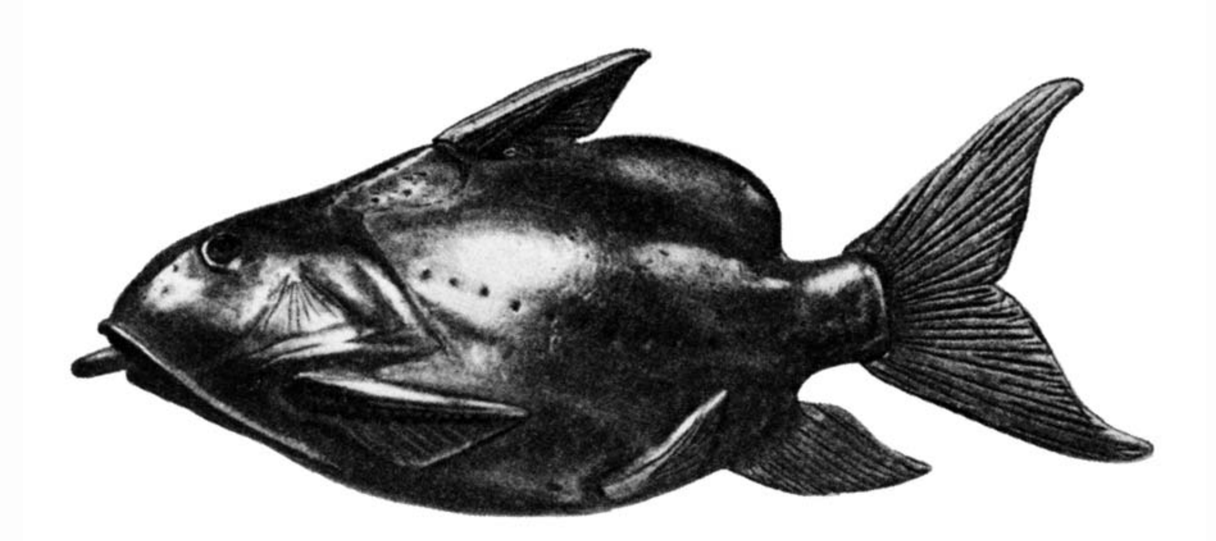


الشكل رقم (٢). تخطيط لرسم جداري يبين مجموعة من العمال يقومون باستخدام الفرن لصهر المعدن.الدولة الحديثة، مصر.

كما تبين لنا الرسوم المصرية القديمة أن الصناع قد مارسوا سبك المعادن بإتقان تام منذ الدولة القديمة. فقد كانوا يضعون المعدن في بوتقة من الخزف توضع في سلطانية بها جمر ملتهب، ولزيادة

وهج الفحم ينفخ عليه من خلال أنبوب من القصب يبطن طرفه بالطين مع تغيير الطين بين الحين والآخر. وعند الحاجة إلى حرارة أعلى يقوم عدد من الحرفيين بالنفخ من أنابيب عدة على الفحم الملتهب (الدرد ١٩٧٨م، ص ٢٢- ٢٣). وفي الدولة الحديثة (١٥٥٢م، حتى١٢٦٩ق.م) استخدم الحرفيون المصريون منفاخا من الجلد يدفع بالأرجل لرفع درجة حرارة الجمر (الشكل رقم ٢).

وكان الحرفي يشكل المشغولة من الشمع، ثم يغطيها بعد ذلك بالطين مكونا قالبا يحوي في داخله العمل. وبعد أن يجف القالب يسخن على نار هادئة ليصبح الشمع تاركا ورائه فراغا هو نسخة سالبة للعمل الأصلي وتعرف هذه الطريقة في سبك المعادن باسم "الشمع المطرود". ويصب المعدن بعد صهره في الفراغ المنتوج من طرد الشمع، وبعد أن يبرد المعدن يكسر القالب وتخرج المشغولة المعدنية (الدرد ١٩٧٨م، ص ٢٩). وقد استخدم الذهب في الحضارة المصرية القديمة لسبك التماثيل الصغيرة التي كانت تستخدم في الحلي (الشكل رقم ٣).



الشكل رقم (٣). دلالة على شكل سمكة وجدت في أحد قبور الأسرة ( ) المتحف الملكي الأسكتلندي بأدمبرا.

والهند من المناطق التي اهتم صناعها بسبك المعادن لارتباطها بالاستخدامات الدينية. وتدل الاكتشافات أن السباكين في الهند قد عرفوا السبك بالشمع المطرود لعمل تماثيل بوذا وشيفا في حوالي ٢٥٠٠ق.م، إلا أنهم لم يستخدموا البرونز في ذلك الوقت لأنه معدن غير نقي حسب اعتقادهم،

فكانت التماثيل تسبك من النحاس الأحمر أو النحاس الأصفر وقد تحلى المشغولات بالفضة أو بالذهب (هتشكوك ١٩٨٥م، ص ٥-٦).



الشكل رقم (٤). إناء من البرونز المسبوك من أسرة شاو. الصين (القرن ٥ ق. م). متحف الفنون الجميلة ببوستن.

وقد انتقل استخدام البرونز في سبك المعادن من الشرق الأدنى إلى الصين وأصبح هو الطريقة المفضلة لدى الفنانين إبان حكم أسرة "شانج" (١٥٠٠-١٠٣٠ق.م) وتبعتها بعد ذلك أسرة "زاو" (١٠٣٠-٢٢١ق.م). ومن أشهر ما أنتجه السباكون في تلك الحقبة جرار وأواني مسبوكة بالبرونز برموز بارزة على هيئة طيور ونباتات ومخلوقات أسطورية كالتنين والثعبان والنمر مع زخارف أخرى غير تشخيصية (الشكل رقم٤). وكانت هذه الأواني جزءا من الطقوس الدينية لتقديم الطعام والشراب. ويبدو أن الصينيين كانوا يستخدمون نواة (core) من الطين على هيئة الشكل المراد صبه ومن ثم يعمل منه قالب من عدة أجزاء، من الطين أيضا، وتحفر الزخارف في داخل القالب (زخارف غائرة)، وبعد ذلك يجمع القالب وبداخله النواة ويصب المعدن من فتحات في أعلى القالب. وعندما يبرد المعدن تفصل أجزاء القالب ويخرج الشكل المسبوك بالبرونز (دلبانكو ١٩٨٣م، ص ١٤).

وفي بلاد الإغريق استخدم النحاتون طريقة "الشمع المطرود" لعمل تماثيل إنسانية بالحجم الطبيعي مفرغة من الداخل بدلاً من التماثيل المصمتة والصغيرة التي أنتجتها الحضارات الأخرى، كما عرفوا طريقة السبك بالرمل. ويبدو أن السباكين قد استخدموا قالبا من عدة أجزاء للشكل المراد سبكه، وبواسطة طبقة رقيقة من الشمع تؤخذ نسخة بارزة من الشكل وتجمع لتكون العمل، ثم يمر بعدها ببقية خطوات السبك (هتشكوك١٩٨٥م، ص ٧). والطريقة المذكورة-بتغيير طفيف-هي ما تستخدم في مسابك الفنانين اليوم. ومارس الرومان السبك لعمل أدواتهم الحربية والأواني المنزلية. واشتهرت هذه الحضارة بفن المنحوتات التشخيصية فأنتج نحاتوها تماثيل كبيرة لقواد الحروب لنصبها في الميادين العامة، وتسابق النبلاء وأصحاب الشأن في روما لعمل تماثيل نصفية لهم من قبل الفنانين. ومن حفريات "قرية" الفاو بالمملكة العربية السعودية هنالك العديد من التماثيل الصغيرة المعدنية ومشغولات مسبوكة أخرى تعود للحقبة الرومانية (الشكل رقم٥).



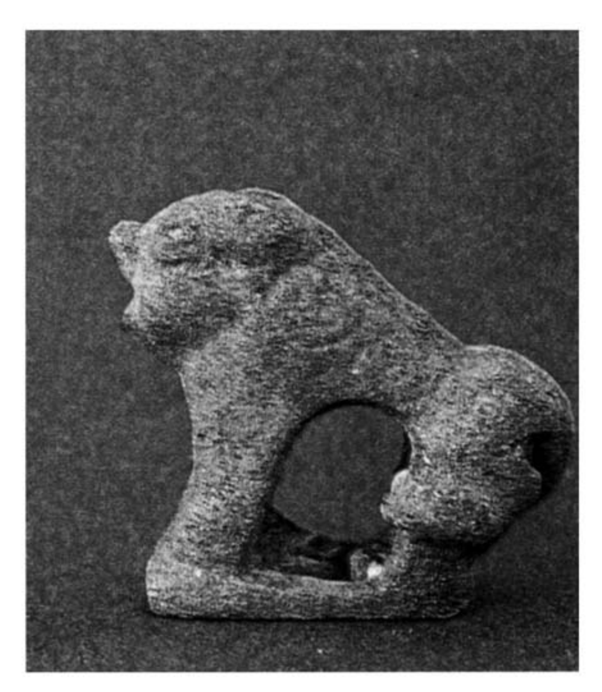


الشكل رقم (٥). (الأبعد): تفصيل من تمثال لصبي ينسب للنحات براكسيتلس. ٣٤٠-٣٠٠ ق. م. برونز. متحف اثينا الوطني. (الأقرب): تمثال صغير لقائد حزبي – القرن ٤ ق – م. برونز متحف أثينا الوطني.

وتمكن الفنان المسلم أيضا من توظيف السبك في فنون مختلفة. ومن الملاحظ أن الأعمال التي أنتجت في الفترات الأولى (من القرن السابع حتى العاشر الميلادي) تقترب في أسلوبها من المشغولات الساسانية والهندية في الشرق، والرومية والقبطية والبيزنطية في وسط العالم الإسلامي. وكانت تقنية

السبك من التقنيات المفضلة بين الصناع، ويصاحبها عادة التحديد والتطعيم لعمل الزخارف. وفي هذه الحقبة اهتدى الفنان المسلم إلى أسلوب فني وأشكال فنية فريدة كونت فيما بعد دعامات لأعمال المعادن الإسلامية، ومنها أشكال الأواني على هيئة حيوانات أو طيور، واستخدام الخط العربي كعنصر زخرفي، وتطعيم المعادن من ألوان مختلفة بعضها عن بعض، كتطعيم البرونز بالنحاس الأحمر والفضة (إتيل وكيس وجت١٩٨٥م، ص ١٥).

وسرعان ما تكون أسلوب جديد تميز به فن المعادن الإسلامية. وقد أنتج لنا الحرفيون الأواني المستخدمة لتقديم الطعام مثل السلطانيات والقدور والصحون والأباريق، وأعمالا نفعية للاستخدامات اليومية مثل الشمعدانات والنجفات المعدنية، وأشكالا زخرفية استخدمت كحليات للأبواب وشبكات النوافذ. كما نجد في العديد من المتاحف والمجموعات الخاصة أشكالا على هيئات طيور وحيوانات كانت تستخدم كمباخر ونوافير للمياه (حسن١٤١٠هـ، ص٥١٤) (الشكل رقم ٦). وتشير الدلائل أيضا إلى أن السباكين المسلمين استخدموا "السبك بالشمع المطرود" والسبك بالرمل وكذا السبك بالقوالب المجزئة والقوالب المفتوحة (بير١٩٨٣م، ص ٢).





الشكل رقم (٦). (القريب): شمعدان برأسي تنين. نحاس مسبوك. خراسان، القرن ١٥م. الارتفاع ٢٥,٥ سم. المتحف البريطاني. (البعيد) تمثال على هيئة أسد. برونز. الربذة. متحف قسم الآثار بجامعة الملك سعود بالرياض.

وقد مارس الفنان الأوروبي في عصر النهضة النحت بخامات تقليدية كالحجر والخشب، وهيمنت هذه الخامات على طرز التشكيل المجسم في الفترة الذهبية من عصر النهضة على يد مايكل أنجلو. وفي القرن السادس عشر برز فنان النمطية (Mannerism) جيفياني الذي اشتهر بمنحوتاته المسبوكة من البرونز. وقد أدت أعمال برنيني في السبك إلى رفع مستوى النحت المسبوك في عصر الباروك.

واستمر النحاتون في أوروبا بتوظيف فن السبك في أعمالهم الفنية، ولكن نالت منحوتات الرخام والحجر اهتماما أكثر.



شكل رقم (٧). داناتلو. جتاملتا ممتطيا حصانه. ١٤٤٥– ١٤٥٠م. برونز. الارتفاع ١١ قدمًا، والطول ١٣ قدمًا. ميدان دلسانتو، بادوا.

وفي القرن العشرين حقق فن النحت شخصيته المستقلة عن العمارة، وأصبح في الفن المعاصر تشكيلا مجسما وليس نحتا. وقد أعاد الفنان روبنز للمنحوتات المسبوكة مكان الصدارة بين فن النحت

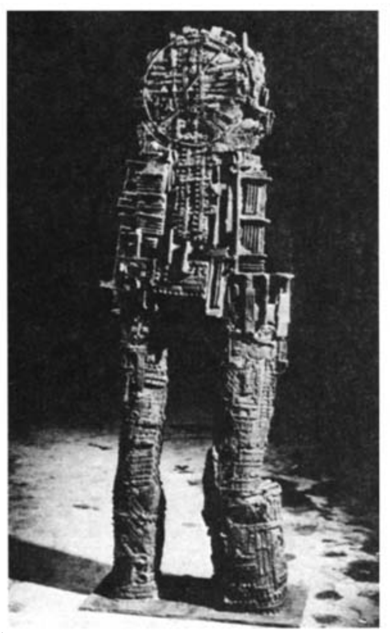
بأعماله التشخيصية التي كانت تعج بالنشاط والحيوية. كما قام الفنان إدجار ديجاه بعمل منحوتات مسبوكة تمثل امتدادا لأسلوب أعماله التصويرية. وكذلك الفنان رنوار فقد أنتج في السنوات الأخيرة من حياته بعض الأعمال النحتية المسبوكة من البرونز بعدما لم تسعفه صحته في التحكم في فرش التصوير (ريد ١٩٦١م، ص ٣٠). ومارس الفنان هنري ماتيس النحت مستخدما طريقة الشمع المطرود جنبا إلى جنب مع التصوير طوال حياته الفنية. وأعمال بيكاسو التكعيبية كان في طليعتها "رأس امرأة" (١٩٠٩-١٩١٠م) وهو عمل وظف فيه تفنية السبك بالشمع المطرود، تبعها بأعمال نحتية أخرى بعد ذلك ففي عام ١٩١٤م "كأس absinthe"، و"مصارع الثيران" Picador في عام ١٩٢٨م، ثم سلسلة من الأعمال المسبوكة بالبرونز في عام ١٩٣٠م.



الشكل رقم (٨). (يمين) بابلو بيكاسو. رأس امرأة، ١٩٠٩م. الارتفاع ٤/١ ١٦ بوصة. برونز. متحف الفن الحديث. نيويورك. (يسار) ريموند دوشامب- فيلون. الحصان الكبير، ١٩١٤، الارتفاع ١٥٠ سم. برونز. متحف مقاطعة لوس أنجلس.

ومن الفنانين المعروفين الذين وظفوا السبك في الأعمال النحتية المصور الأسباني جوان ميرو. وحتى عندما نشأت المدرسة المستقبلية مستلهمة أسلوبها من التطور التقني وعصر الآلة وظف نحاتوها سبك المعادن في إبداعاتهم الفنية وعلى رأس هؤلاء الفنان إمبيرتو بوشينى وريموند دوشامب. ولا يمكن أن ننسى أعمال النحات الروماني قسطنطين برنكوزي والتي تركزت على تحقيق عنصرين أساسيين كما ذكر هربرت ريد (١٩٦٨م، ص٨٠) وهما التناغم مع الطبيعة، وإظهار إمكانات الخامة موظفا تقنية سبك المعادن في العديد من إبداعاته. وظهر فنانون آخرون ممن وظفوا سبك المعادن في الكثير من أعمالهم مثل جين آرب وماركس إرنست وجياكومو بالا وهنري مور وغيرهم.

ومع تقدم الحضارة الحديثة أخد الفنان يبحث عن الجديد تاركا وراءه ما ورثته الحضارات الإنسانية القديمة من زخم في الأشكال والخامات والأساليب. فتعددت الخامات وتنوعت أساليب التعامل معها، وأصبحت خامة الحديد تعبيرا عن روح الحضارة الحديثة في صلابتها وشموخها.

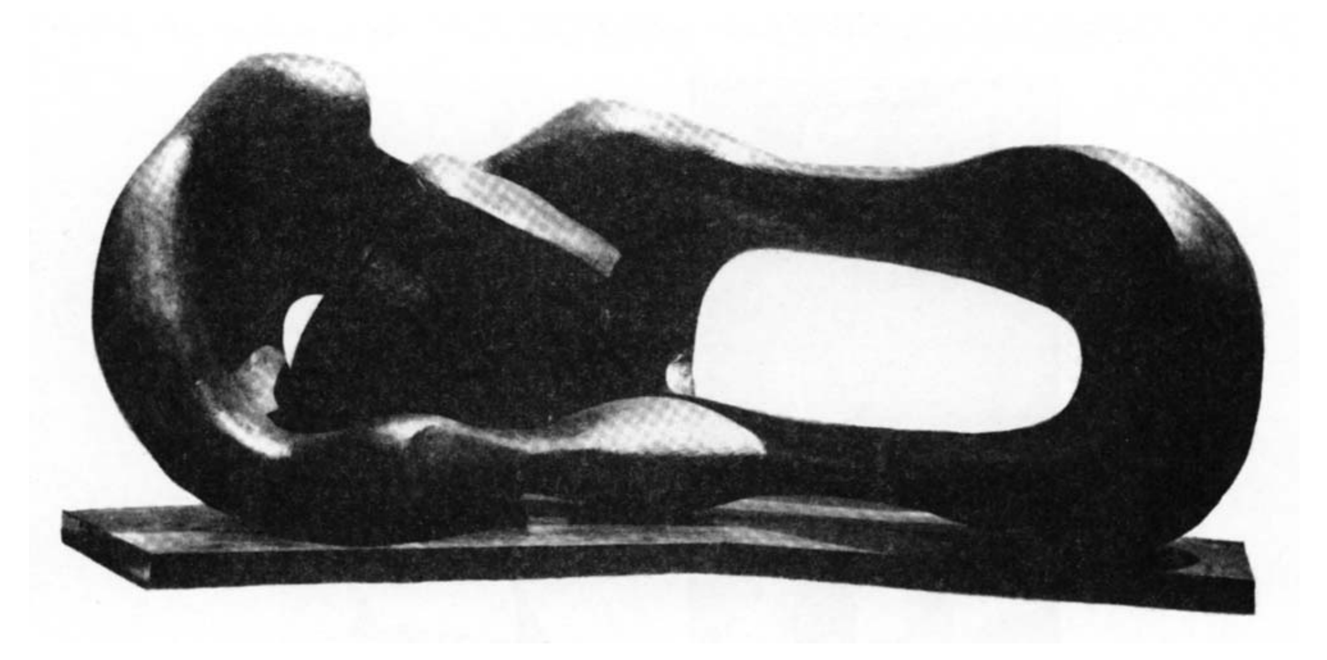



الشكل رقم (٩). (البعيد) إدواردو بالوزي. إله الحرب اليابابي.١٩٥٨م. برونز، ٦٠بوصة. قاعة أولبرات نوكس،بفلو، نيويورك. (القريب) ألبرتو جياكومتي. رجل يمشي (رقم ٣). ١٩٦٠م. برونز. قاعة مايت– باريس.

وغرق الفنان في التجريب ليجد منفذا لإبداعاته وتحقيق كيانه الفني. فاتجه بعض الفنانين إلى تقصي إمكانات الخامات الجديدة كالبلاستيك والألمنيوم والزجاج الليفي (الفايبرجلاس)، بينما اتجه

آخرون للبحث عن حلول جديدة للعلاقة بين الكتلة والفراغ في التشكيل المجسم مستخدمين خامات تقليدية. ولا يزال فن سبك المعادن حيا تمارسه فئات من الفنانين المخضرمين وبعض من الفنانين الجدد. ومهما تعددت الخامات والأساليب فارتباط الفنان بهذه التقنية لم يضعف بعد وربما يعود ذلك لتأصلها في التجربة الجمالية للإنسان.

ومن أعلام الفنانين الذين وظفوا سبك المعادن في أعمالهم هو الفنان الإنجليزي هنري مور الذي قدم مثالا رائعا لتوظيف العناصر الأساسية لفن النحت في صيغ جديدة تتماشى مع اتجاه الفنون المعاصرة. ويظهر أن الفنان هنري مور كان يركز على النحت المباشر بالرخام أو الحجر أو الخشب حتى عام ١٩٤٥م عندما بدأ بسلسلة من الأعمال المسبوكة والتي جعلت من أعمال هنري مور نموذجا لما يمكن أن يحققه هذا الفن.



الشكل رقم (١٠). هنري مور. أم وطفل. ١٩٣٧م. برونز. مركز ووكر للفنون– منيابولس.

٢

فن سبك المعادن وعمق التجربة الفنية

نظرة تحليلية لتجربة الإنسان في سبك المعادن والدوافع لاستخدامها في التعبير الفني من خلال النظر لعدد من الأعمال الفنية التاريخية. كما يسلط الضوء على دوافع الفنانين في توظيف فن سبك المعادن في إنتاج أعمالهم الفنية.



الشكل رقم (١١).أرنالدو بومودورو. كرة رقم (١).١٩٦٣م.برونز، القطر ٤٧ ١/٤ بوصة.متحف الفن الحديث:نيويورك.

يبدو أن سبك المعادن متلازم مع اكتشاف إنسان الحضارات القديمة للمعادن نفسها. وربما كان بحثه الحثيث لتفسير الظواهر الطبيعية اليومية، وكيفية التعايش معها جعل وقع اكتشافه لتصلب الطين بالنار وقع السحر، إذ ظل إنسان العصور الحجرية ينتج بالطين كل ما يحتاجه من أواني لطعامه وشرابه وحلي لزينته وحتى آلهته التي كان يعبدها. ولنا أن نتخيل وقع اكتشاف المعادن وانتقال الإنسان من العصر الحجري إلى العصر البرونزي ومن حياة التنقل والصيد إلى الاستقرار والزراعة والري.

وكان هذا الاكتشاف نموا طبيعيا للمعارف التي جمعها والخبرات التي اكتسبها، إذ كان من الضروري أن يمارس الإنسان القديم تشكيل الحجر وتطويعه، وكذا الطين وتطويعه وحرقه ليتمكن من صهر المعادن وسبكها وتشكيلها. ومما نعرفه عن قصة اكتشاف المعادن من الصخور وتعامله مع الخامة، يظهر أنه استخدم خبراته السابقة مع الحجر والطين للتشكيل بهذه الخامة اللينة الصلبة في آن واحد، وعند اكتشافها وجدها مخفية بين الصخر، ولإخراجها لا بد من تسخين الصخر، فيسيح المعدن كالماء المتلهب، وعندما يبدأ في البرود يغدو كالطين اللين، وما إن يبرد أكثر حتى يتصلب كالحجر. ومن الثابت أن الاستخدامات الأولى للمعدن كانت تتمثل في سبكه في أشكال مختلفة، وصبه في قوالب من الطين والتعامل معه كخامة الخزف، بل إن هذه الصلة بين الخامتين دفعت الإنسان إلى تقليد الأشكال التي صنعها بالخزف وإنتاجها بالمعدن. واستطاع الإنسان بعد فترة من تعامله مع قساوة المعدن أن يشكله كما كان يشكل الحجر. ومن حسن الحظ أن معدن النحاس الأحمر كان أول المعادن المكتشفة، وهو معدن لين سهل التشكيل، وهذا ما دفع الإنسان للاستمرار والسيطرة على المعادن الأخرى.

وبإشراك الشمع في عملية التشكيل أصبح تشكيل المعدن شبيها بتشكيل الطين، فأصبح "السبك بالشمع المطرود" الطريقة المتبعة في الحضارات القديمة في وادي النهرين ثم انتقلت سريعا باتجاه الغرب إلى وادي النيل وشرقا لشبه القارة الهندية. ويُوجد الشمع في الطبيعة من مصادر عدة حيوانية ونباتية وهو لين سهل التشكيل كالطين، وبعد التشكيل يغطى بطبقات متعددة من الطين السائل حتى تتكون قشرة سميكة تغطي الشمع. ومن ثم يطرَد الشمع من القالب بالنار ويصهر المعدن ويصب في مكان الشمع في القالب. وكانت الأعمال التي أنتجها الفنانون في تلك العصور صغيرة الحجم مصمتة؛ لأن

قالب الصب في هذه الحالة لن يتحمل أعمالا كبيرة الحجم كما أن المعدن المصهور لن يسيل لمسافة طويلة، وربما لشح المعدن وصعوبة الحصول عليه. وكان لا بد من إنتاج أعمال مفرغة من الداخل ويمكن التحكم بسمك جدرانها كالخزف. وقد استطاع السباكون الصينيون كما عرفنا حل المشكلة باستخدام "النواة" جعل من الممكن سبك أواني معدنية جدرانها رقيقة برقة مثيلاتها في الخزف.

ومن هنا بدأت تقنية سبك المعادن في أخذ مكانها في التجربة الفنية الإنسانية وظل لفترات طويلة في تاريخ الفنون يعد الوسيلة الوحيدة للنحت بالمعادن وعمل الزخارف المعدنية التي كانت تزخرف بها المزهريات المعدنية أو البوابات. والسؤال الذي يتبادر إلى الذهن هو: ماذا وراء تمسك الفنانين عبر عصور التاريخ بالمعادن وبتقنية السبك بشكل خاص؟

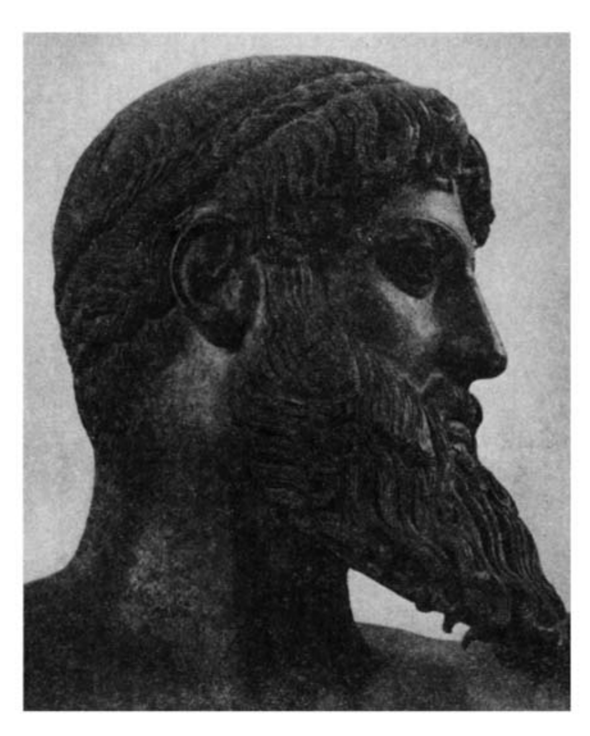
الاعتقاد الديني هو العامل الرئيس والمحرك الأساسي لإبداع الإنسان عبر الحضارات القديمة وهو في رأينا سبب استخدام المعادن في إنتاج ما يحتاج إليه من مستلزمات حياته. فإيمان الإنسان المصري القديم بحياة خالدة بعد الموت ساقه لاستخدام المعادن في عمل الحلي وبعض الأدوات اليومية الأخرى التي كانت تدفن مع الميت ليستخدمها في "حياة الموتى." وفي عرف الفن المصري فإن المواد الصلدة كانت قد خصصت لتماثيل الملوك التي يراد لها البقاء (عكاشة١٩٩٠م، ص ٣٢٠). وقد عرف المصريون السبك واستخدموه في إنتاج العديد من المصنوعات والتماثيل لترافق الميت في قبره.



الشكل رقم (١٢). تاج توت عنخ أمون. مصر الأسرة ١٨ ١٣٣٠ ق. م.

وقد استخدم الإغريق المنحوتات للأغراض الدينية في أغلب الأحيان. ووظفوا البرونز والنحاس الأحمر المسبوك على هيئة تماثيل صغيرة تستخدم كقرابين منذ القرن ١٠ ق.م . (ريتاشر: ص ٥٣) ومع أن خامات أخرى كالحجر والطين قد استخدمت في إنتاج هذه القرابين إلا أن مقاومة المعدن للعوامل الطبيعية جعلها خامة مفضلة. وحتى التماثيل الكبيرة في فترات من التاريخ اليوناني كانت تعمل من البرونز المسبوك والتي عادة ما تصور الآلهة. ومن أبرز الأمثلة الكلاسيكية تمثال من البرونز للإله زوس.

وقد استمر الفنان الأوروبي في العصور الوسطى وعصر النهضة على نفس النهج الديني في فنونه. وقد لعبت المعادن المسبوكة دورا أساسيا في هذا المجال، وكان هرم الإبداع النحتي في القرن الخامس عشر الميلادي النقوش البرونزية على أبواب معمودية فلورنسة من إبداع النحات جيبرتي. وقد صورت لوحاتها الصغيرة بعض القصص الديني بأسلوب مبتكر في مجال النحت قدمه جيبرتي وعرف باسم "سكياتشاتو"، والتي أعجبت روعتها المثال مايكل أنجلو فأطلق عليها "بوابة الفردوس." (يونان ٢٨٩).



الشكل رقم (١٣). زوس (تفصيل). ٤٧٠– ٤٥٠ ق. م. برونز. ٦ أقدام ١٠ بوصات، المتحف الوطني، أثينا.

ومع أن الدافع الديني كان هو المحرك وراء توظيف المعادن، وعلى الأخص في مجال النحت في الحضارات الغربية، إلا أن عددا من المنحوتات والأعمال الصغيرة من المعادن المسبوكة كانت لا تدخل ضمن الاتجاه الديني. ففي الحضارة الإغريقية قام الصناع بعمل مرايا معدنية كانت مقابضها تماثيل آدمية مسبوكة. كما ترك الصناع لنا نماذج من كؤوس وأباريق ومزهريات بعض أجزائها سبكت بالبرونز.



الشكل رقم. (١٤). لورنزو جبريتي. تفصيل من بوابة معمودية فلورنسة (١٤٠١م). برونز مذهب.٥٨ X ٤٤ سم. المتحف الوطني– فلورنسة.



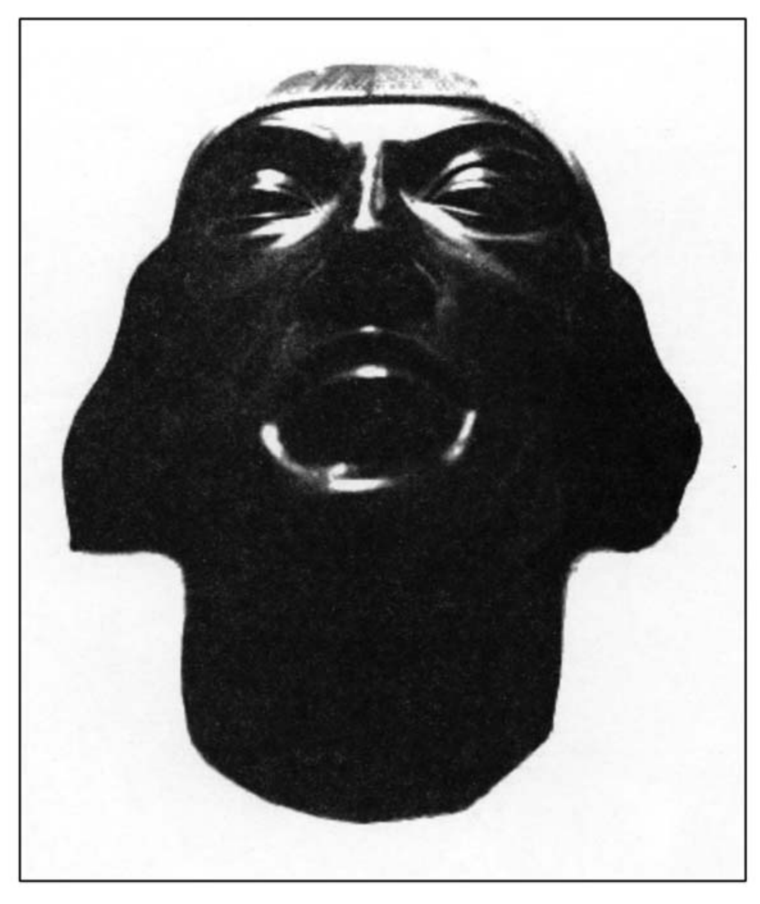
الشكل رقم (١٥). الفن اليوناني. جرة كانت تعطى كجائزة في بعض الألعاب (٤٧٠- ٤٥٠ ق. م). متحف المتروبولتان للفنون بنيويورك.

وقد أختار الرومان السبك لعمل التماثيل الميدانية لقوادهم وأباطرتهم ؛ وذلك لقدرة المعدن على مقاومة التغيرات الجوية ، إضافة إلى تعبيرها ، ربما ، عن معنى الصلادة والقوة. علاوة على أن العديد من هذه النصب بها أجزاء ممتدة مثل أرجل الأحصنة أو أيدي الشخوص.



الشكل رقم (١٦). تمثال ماركوس أوريلوس. ١٦١-١٨٠ بعد الميلاد. برونز. روما.

ومن الاستخدامات الغريبة للسبك ما سنته بعض المدن الفلمنكية في أن السجناء الذين يقترفون بعض الجرائم، يحكم عليهم أن يدفعوا تكاليف عمل نسخة من وجوههم أو أياديهم تصب بالبرونز للإعلان عن جريمتهم (إلسن: ص١١٥).



الشكل رقم (١٧). قناع من البرونز يستخدم في إعلان الجرم الذي قام به المجرم في بعض المدن الفلمنكية في القرن الخامس عشر.

و في الفن الإسلامي استغل الصناع الإمكانيات التشكيلية التي يقدمها السبك من تحكم بالشكل وعمل الزخارف البارزة والغائرة. وعلى الرغم أن الصناع المسلمين قد برعوا في تشكيل المشغولات بالطرق وزخرفتها بالتحديد، إلا أن إمكانيات سبك المعادن قد اجتذبت ملكتهم الإبداعية، إذ أتاحت لهم حرية التشكيل والتزويق والخروج عن محدودية التماثل بين نصفي المشغولة والذي عادة ما تتميز به الأعمال المطروقة. وبالنظر إلى الأواني المكفتة في بعض الأحيان نرى أنها عملت بالسبك وكان من الممكن تشكيلها بالطرق، إلا أن الصانع اختار السبك فيما يبدو بسبب قوة تحمل الأعمال المسبوكة للاستخدامات اليومية، ومن المحتمل أيضا أنه اختار هذه الطريقة لإنتاج عدد من المشغولات بنفس الهيئة العامة ويتم زخرفتها بعد ذلك بأقلام التحديد أو النقش.

ومن هذه المجموعة هنالك أباريق مسبوكة من البرونز ومطعمة بالفضة في زخارف نباتية وكتابية. ومن الأمثلة البارزة في صناعة الأباريق البرونزية إبريق يتكون من بدن كروي تزينه زخارف على شكل أهلة محزوزة وتحتها دوائر ويليها رسوم لحيوانات وطيور في الجزء السفلي القريب من القاعدة. ويبرز من البدن صنبور على هيئة ديك فارد جناحيه ومفتوح المنقار لكي ينسكب منه الماء. أما عنق الإبريق فهو أسطواني مزخرف بدوائر محفورة، وتعلو فوهة الأسطوانة العلوية زخارف نباتية مفرغة ذات تجسيم واضح. ويتكرر هذا الأسلوب في زخارف مقبض الإبريق. ولقد شهد العديد من الدارسين على روعة وجمال هذا الإبريق واعتبروه تحفة ملكية رائعة (حسين ١٩٨١م: ٢٣٩، ديماند ١٩٨٢م، ١٤٢).



الشكل رقم (١٨). إبريق ينسب إلى مروان الثاني.القرن ٧ م. برونز. متحف الفن الإسلامي– القاهرة.

وفي فنون المعادن يظهر ولع الفنان المسلم بهذا الفن ورغبته في الانطلاق بالشكل إلى آفاق جديدة. فقد صنع المباخر بأشكال أسطوانية مفرغة لكي يسمح للدخان المتصاعد منها للخروج على هيئة أقواس، ومن أروع ما أنتج صناع خراسان مبخرة على شكل أسد واقف (الشكل رقم ١٩) سبكت بعض أجزاء جسمه على الأغلب وشكلت بعضها بالطرق. فجسم المشغولة مزخرف بزخارف مثقبة، ويزاح جزء الرأس والرقبة لوضع البخور بداخله لتنبعث الأدخنة وروائح البخور العطرة من خلال الزخارف ومن خلال عيني الأسد وفمه المفتوح، كما حليت بعض الأجزاء من هذا المجسم بأشرطة من الزخارف الهندسية والكتابات الكوفية. ولا بد أن منظر هذا المبخر كان مؤثرا. وهنالك عدد من هذه المباخر على شاكلته في عدد من المتاحف العالمية.



الشكل رقم (١٩). مبخرة على شكل أسد واقف، عمل في خراسان (القرن ١١). نحاس، الارتفاع ٤٥سم. متحف همرتاج– سانت بطرسبورج.

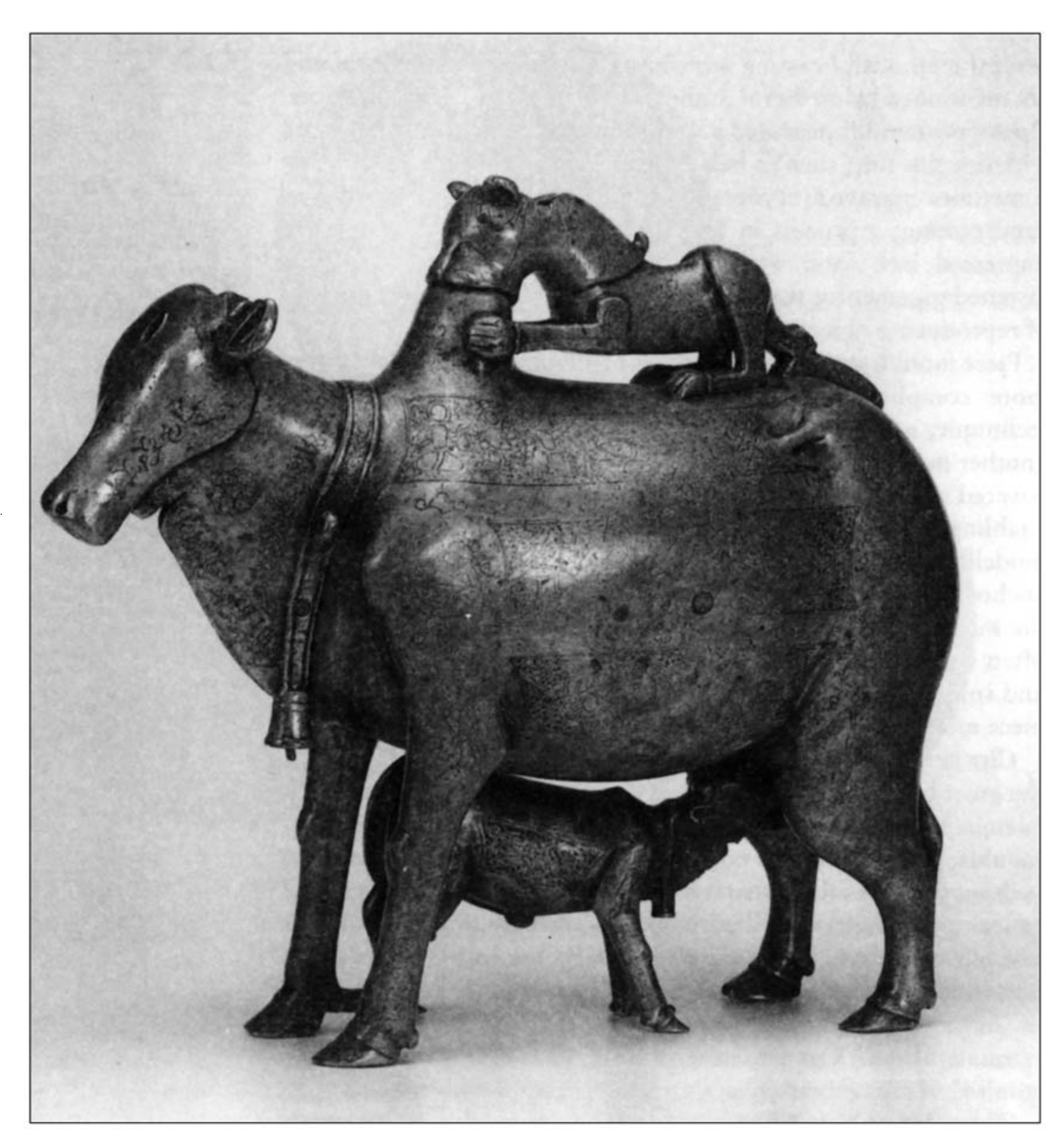
وأنتج الصناع شمعدانات بأحجام وأشكال متنوعة، بعض منها تم تنفيذه بتقنية السبك، كالذي أوردناه في الشكل رقم (٦) وهو عبارة عن القاعدة التي زخرفت بوحدات نباتية محفورة، أما حاملا الشموع فهما عبارة عن تنينين التفا على بعضهما. وينتهي كل حامل في فم التنين وهو مفتوح. ولقد كان الفلكيون المسلمون يرمزون إلى الخسوف القمري والكسوف الشمسي بحيوان التنين. ولابد أن الصانع لهذا الشمعدان قد قصد من اختيار هذا الشكل للشمعدان أن الشموع وهي تذوب تبدو وكأن التنينين يبتلعان مصدر الضوء (ورد ١٩٩٣م، ١٠٤).

وظهرت بعض الأباريق المسبوكة أيضا على شكل طيور وحيوانات يتبين منها أن مثل هذه الأشكال ربما كانت تسبك بأعداد كبيرة، أو أنها كانت تعمل لاستخدامها في مناسبات خاصة. ومن الأمثلة المتقدمة من هذا النوع إبريق كبير على هيئة طائر يقف على قدمين وملامحه واقعية، ملامس ريشه عملت بأسلوب يتماشى مع أسلوب معالجة الزخارف التي نقشت على كافة أجزاء الجسم والمكتفتة بالفضة والنحاس الأحمر، ويظهر اسم الصانع وتاريخ الصنع بخط كوفي حول رقبة الطائر، وقد وجد هذا الإناء بدون العروة التي كانت تبدأ من أعلى الرأس وتنتهي على ما يبدو قرب نهاية الذيل (الشكل رقم ٢٠).



الشكل رقم (٢٠). إناء على هيئة طائر من العراق (١٨٠هـ). نحاس الارتفاع ٣٨سم. متحف العمرتاج- سانت بطرسبورج.

ومن أشكال الأباريق المسبوكة الغريبة في موضوعها إبريق يمثل بقرة ترضع عجلا صغيرا في حين يتشبث أسد بظهرها. فمن الناحية التقنية تمت عملية سبك كافة أجزاء القطعة مرة واحدة، وقد تفاخر الصانع بذلك في الكتابة المنقوشة الموجودة حول عنق الإبريق، وقد زينت سطوح المشغولة بزخارف محفورة. أما من الناحية الموضوعية فإن البقرة تبدو مشغولة بإرضاع عجلها غير عابئة بما يجري فوق ظهرها.

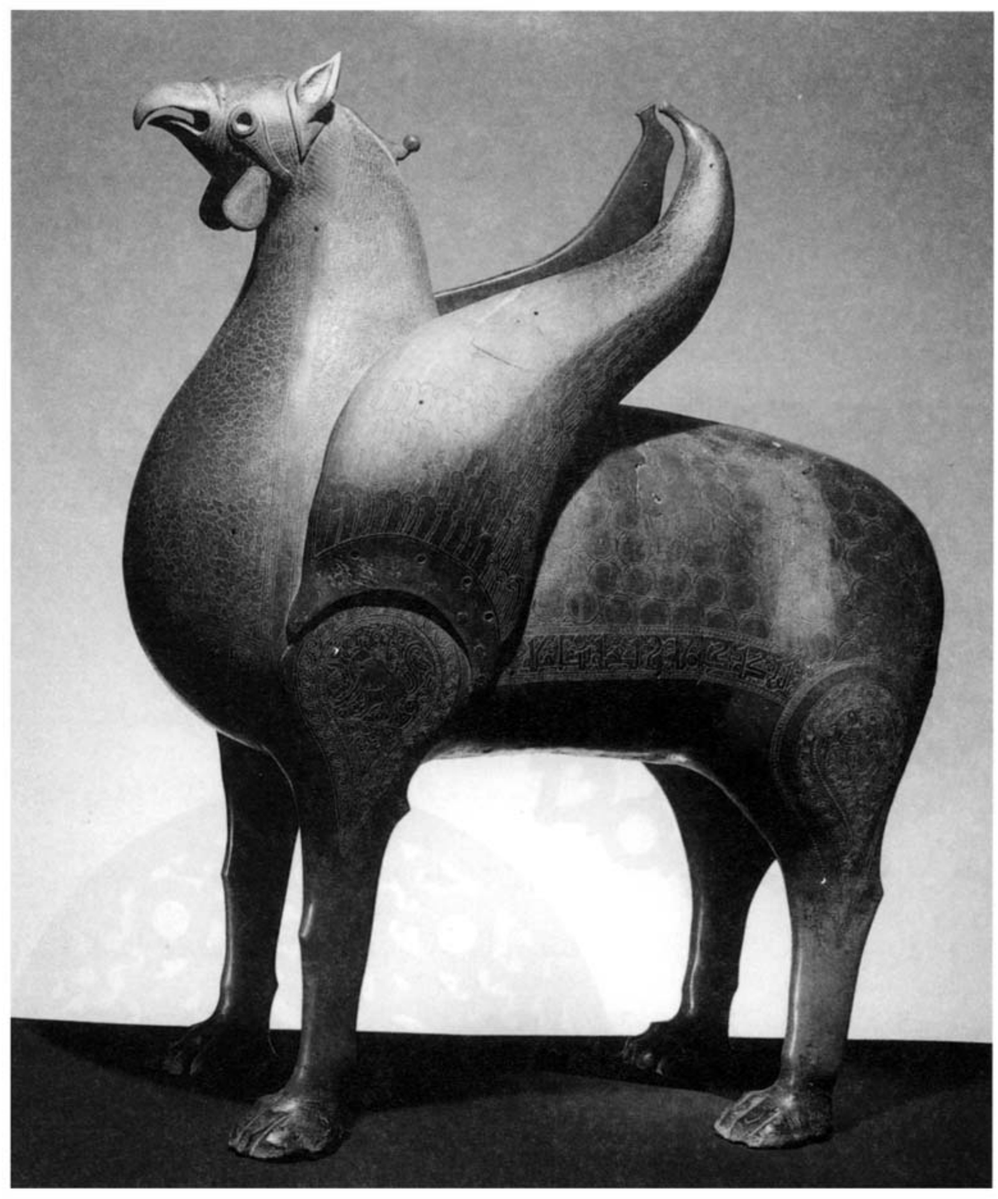


الشكل رقم (٢١). إبريق على شكل بقرة تسقي رضيعها. إيران(١٢٠٦م). نحاس. متحف الهميرتاج- سانت بطرسبورج

وقبل أن ننهي الحديث عن المعادن في الفنون الإسلامية وما تطرقت إليه من مواضيع، لابد أن نشير إلى مجسم مسبوك من النحاس لحيوان الغريفن المجنح الذي يتكون من أربع قطع: جناحي ورأس صقر بمنقار حاد، ويعلو الرأس أذنان، ويتدلى من أسفله (زلمتان)، وجسم هذا الحيوان الخيالي جسم أسد، وذيل قد فقد. وقد ثبتت الأجنحة بالجسم بالبرشمة، أما الرأس فثبت بطريقة مبتكرة في أعلى الرقبة. والزخارف التي زينت الصدر والرقبة تبدو مستوحاة من السطوح الطبيعية، ولكن على الأفخاذ نقشت زخارف لحيوانات أخرى. أما الظهر فيوحي برداء من الحرير عليه أشكال دوائر وعلى حافته نقشت كتابات كوفية تحتوي على تباريك لصاحب العمل. وارد (١٩٩٣م، ٦٦) تؤكد أن هذا الحيوان لابد أنه كان يحمل شيئا ثقيلا مثل نافورة أو شمعدان، وتستدل على ذلك بوجود فسحة لهذا الغرض بين الجناحين.

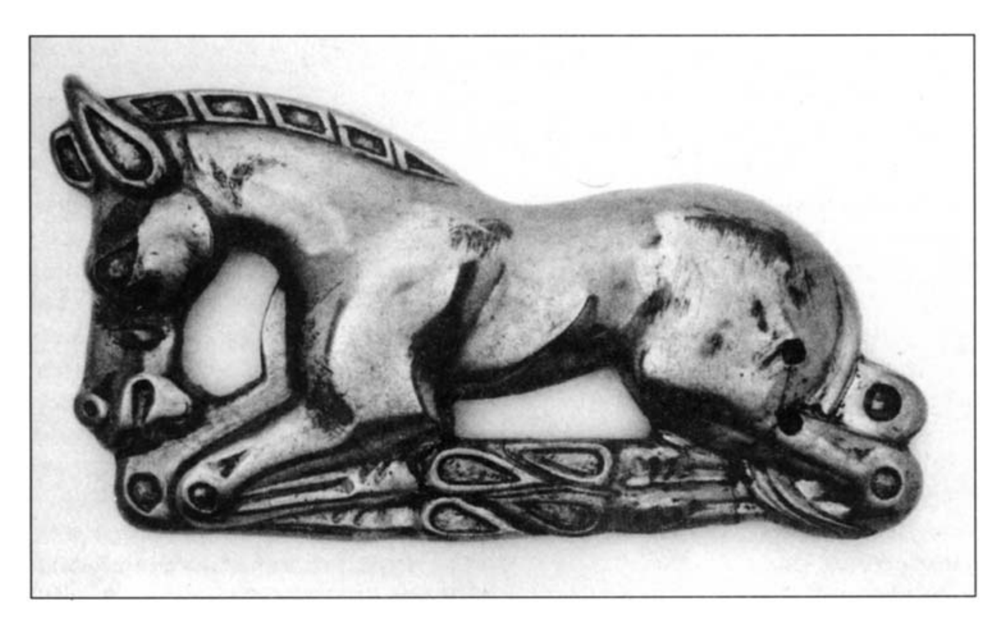
وقد كان هذا التمثال يقف في كتدرائية في بيزا لمدة أربعة قرون ولا يزال مجهول المنشأ. فمن المؤرخين من يعتقد أنه صنع في إيران، ومنهم من يقول إنه صنع في سسلي بإيطاليا على يد صناع مسلمين مهرة كانوا يعملون هناك. وهناك اعتقاد أيضا يرده إلى شمال إفريقيا أو مصر الفاطمية كما قرر رايس (١٩٧٥م، ٩٤) أو الأندلس. والغرفين يعود إلى الأساطير اليونانية القديمة، وكان يعد حارس مناجم الذهب في إحدى أقاليم الإغريق. وقد استخدم كثيرا في فنون العصور الوسطى في أوروبا، وفي بدايات الفن المسيحي كان يرمز للشيطان، ولكن بعد ذلك تحول ليرمز إلى المسيح. وربما كان هذا السبب وراء وجوده في الكنيسة.

وضلت المعادن الثمينة كالذهب والفضة تستخدم في الحلي، وكان منها ما يسبك على هيئة أشكال صغيرة، إلا أن بعض الحلي الإضافية (الإكسسوارات) كانت تسبك من البرونز (تايت١٩٨٦م، ص ٥٤). وتبين الدبابيس المسبوكة في إيران مابين ١٠٠٠ - ٧٠٠ ق.م. أن المعادن المسبوكة ساعدت الفنان على إظهار ليونة الشكل الزخرفي، كما في الأشكال النحتية الدقيقة.

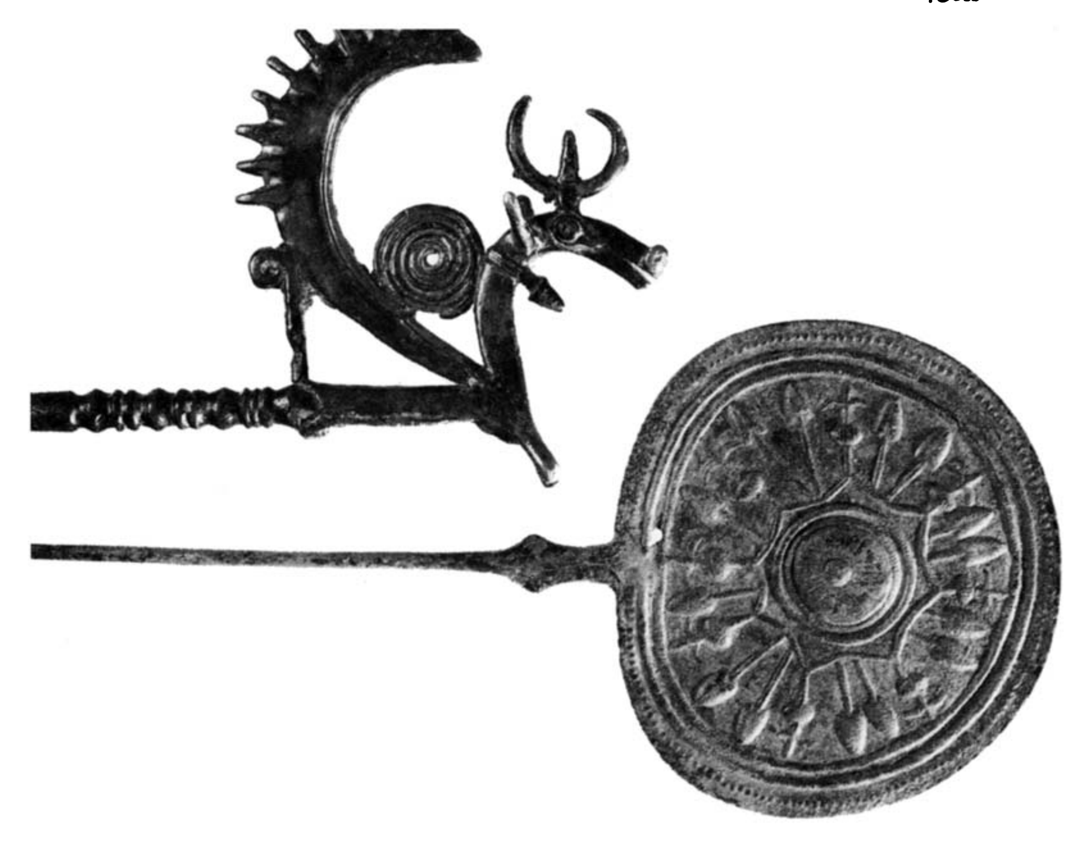


الشكل رقم (٢٢). تمثال الغرفين (حيوان أسطوري). القرن ١١م. نحاس الارتفاع ١٠٧سم. متحف بيزا.

وفي الصين سبكت القبائل الصحراوية أشكالا للحيوانات المحيطة بها من الفضة أو الذهب، وتدل التفاصيل التي كانت تظهر على منتجاتهم تمكنهم من إظهار التجسيم في هذه المسبوكات بالرغم من أنها أشكال نصفية. كما قامت القبائل السلتية في أوروبا بعمل أشكال من الدبابيس التي كانت تصنع عادة من الذهب أو الفضة أو البرونز. وقد استخدمت هذه الدبابيس في الحلي التي تدفن مع الميت (تايت١٩٨٦م، ص ٧٢).



الشكل رقم (٢٣). جزء من حزام على شكل مهر. الصين (القرن ٢– ٣م). فضة، الطول ١٣ سم. المتحف البريطاني. لندن.



الشكل رقم (٢٤). دبوسان لمسك الملابس.إقليم لوريستان– إيران (١٠٠٠– ٧٠٠ ق.م).برونز، أكبرهما ٤١,٤٥سم.المتحف البريطاني. لندن.

وفي الحقبة الرومانية أنتجت الجزر البريطانية العديد من الحلي التي كانت تسبك بالبرونز ثم تحلى بالمينا في تجاويف تعمل لهذا الغرض. ومن اشهر الحلي من هذا النوع تلك التي كانت تحمل رمز التنين والتي تعود لأواخر القرن الأول وبداية القرن الثاني. وقد تمكن الصناع من توظيف السبك في تنفيذ الزخرفة المحفورة على سطح الحلية وهي لا تزال نموذجا شمعيا، ثم تضاف المينا بعد السبك. ونجد هذا التوظيف المشترك بين المينا والحلي المسبوكة في حلية توضع على الرأس يعود تاريخها بين القرن ٦ -٧ في إيطاليا حيث سبكت المشغولة من الفضة وتم طلاء أجزاء منها بالذهب وطعمت بعض أجزائها بالنل (مينا رمادية أو سوداء). وتظهر الحلية المذكورة الاهتمام الواضح بتفاصيل الزخرفة المنقوشة وهي تتناغم مع الزخارف المحفورة والمطعمة بالمينا.



الشكل رقم (٢٥). حلي من المكسيك. (١٠٠٠- ١٥٠٠م). ذهب، (القطعة في الأسفل) ١٣,٥سم. المتحف البريطاني. لندن.

ولقد وصلت قبائل الإنكا في بيرو والأكوادور وكولومبيا في أمريكا الجنوبية إلى عمل مشغولات مسبوكة من الذهب أو الفضة أو النحاس أو البلاتين. ويبين المثالان المعروضان هنا مدى تمكن الكولومبيون من التحكم في الشكل المجسم بكل تفاصيل الوجه بالرغم من أن ارتفاع الشكل لا يتعدى سنتمترات.

ولم يكن متاحا لكثير من الحلي في العصور الوسطى في أوروبا أن تعبر عن النياشين والمراتب الاجتماعية من دون مساعدة السبك. إذ إن عددا من الحلي في تلك الفترة على هيئة تماثيل صغيرة لطيور وحيوانات ما كان يمكن عملها بهذه الدقة المتناهية إلا من خلال تقنية السبك.

وحتى لو انتقلنا إلى الشرق الأقصى فإننا سنرى أمثلة متميزة في توظيف السبك في الحلي. ومن الأمثلة التي توضح مهارة الصناع في كوريا مجموعة من الأشكال من الصياغة التخريمية يعود تاريخها إلى ما بين القرنين الحادي عشر والثالث عشر الميلادي، وتبين أشكالا بارزة لتنانين وطيور وأسماك وزهور، سبكت من الفضة وطليت بالذهب ولا يزيد ارتفاعها على ٤سم. وقد استطاع الفنان إظهار ملامس الأشكال المختلفة التي تتكون منها كل حلية.



الشكل رقم(٢٦). حلية من شمال بريطانيا (القرن ١- ٢ م). برونز ومينا، الطول ٦,٢ سم. المتحف البريطاني.

واستمرت تقنية السبك عبر قرون النهضة الأوروبية التي خطت فيها الفنون الأوربية خطوات واسعة لتأصيل الفن في الاتجاه الكلاسيكي، أنتج فيها الفنانون أعمالا نحتية عظيمة بخامات متنوعة كان للمعادن المسبوكة النصيب الوافر منها. وقد كان الكثير من النحاتين في عصر النهضة يعملون في إنتاج الحلي ويوظفون السبك ضمن تقنياتهم.

ومن الأمثلة الطريفة من الحلي الإنجليزية دبوس صغير من الذهب لشمعدان امتطاه جرذ. ومن الملاحظ أن التفاصيل الدقيقة وملمس الجرذ حققها الفنان بواسطة السبك.



الشكل رقم (٢٧). دبوس عبارة عن شمعدان امتطاه جرذ. بريطانيا (القرن ١٩م). ذهب، عرض ٤,٢سم. المتحف البريطاني. لندن.

ويذهب الكثيرون ممن كتبوا في تاريخ الفن والنقد إلى أن الانطباعيين هم الذين وضعوا أسس الفن الحديث، فقد قال هربت ريد عن الحركة الانطباعية إنها "... واحدة من أكثر الثورات اكتمالا في التاريخ" (ص: ١١٩). كما أشار إليها هابز (١٩٨٠م) وكذلك هاوزر (١٩٧١م)، وقال عنها عزالدين إسماعيل إنها "... تمثل نقطة من أهم نقاط التحول في تاريخ الفن الغربي... وكان هذا حدثا في تاريخ الوعي لدى الإنسان بالغ الخطورة... لسائر الحركات والمذاهب الفنية" التي تلت الانطباعيين (ص: ١٤٨-١٥٠). وعند مولر اعتبر الانطباعيين واضعي أصول الفن المعاصر (ص: ١٧).

ومجال النحت من المجالات الفنية التي ضلت مرتبطة بالطرق التقليدية التي مارسها الفنانون منذ القدم. فبينما بقيت طريقة الإزالة– النحت من الحجر– هي الطريقة المفضلة لكثير من الفنانين، وجد

فنانو القرن التاسع عشر في التشكيل بالصلصال أو الشمع الليونة والطواعية التي احتاجوها للتعبير الجديد، ولعمل نموذج يتم عمل قالب له ومن ثم يصب بالطين السائل أو المعدن المصهور. وربما كان لسيطرة الأكاديميين التقليديين على فن النحت سبب في بقائه مرتبطا ارتباطا قويا بالطرق التقليدية وعدم تبنيه المفاهيم والتقنيات الجديدة (أمهز: ص٦١-٦٣).

وقد ترك الفنان أندريه دوميه مجموعة من الأعمال النحتية أغلبها من الطين ولكنها لم تعرف على نطاق كبير، أي أنها كانت بمثابة أعمال شخصية وليست للعرض العام. وهنالك أمثلة من هذه المجموعة تم سبكها بعد وفاة الفنان. وقد اخترنا مثالا بين حب الفنان لليونة في الشكل والإيحاء بالطاقة الداخلية للألوان والتي عبر عنها دوميه في الملابس والشعر والبشرة والتي أكدتها الخامة والتقنية.

ومن الأسماء اللامعة بمجال النحت في القرن التاسع وبداية القرن العشرين أوغست رودان. فقد تميزت أعماله المسبوكة على وجه الخصوص بكسرها للقواعد الأكاديمية بعد دارسته المتعمقة للنحاتين الكبار في عصر النهضة مثل دانتلو ومايكل أنجلو وبذلك اكتشف "سر الحركة بمدلولها الروحاني الجسدي... يسعى النحات إلى إبراز عناصر النحت الأساسية والتأكيد على أهمية العلاقة التي تجمع بينها، كالعلاقة بين الأحجام والفضاء المحيط بها." (أمهز: ص ٦٦).



الشكل رقم (٢٨). أونريه دوميه. المتجول١٨٩١م. برونز . الارتفاع ٤٣,٥سم.. القاعة الوطنية للفنون. واشنطن العاصمة.

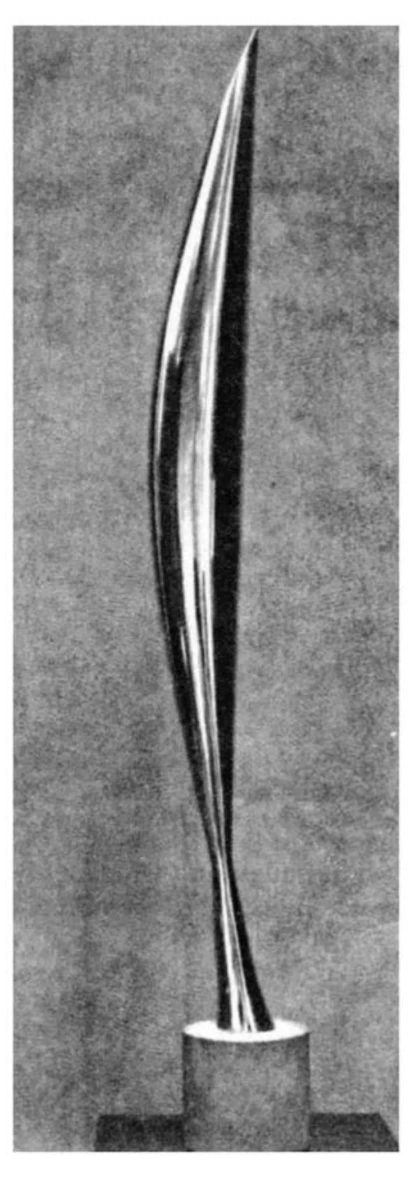
وقد وظف وردان السبك لخدمة المواضيع الإنسانية التي كان يطرقها مستفيدا من التأثيرات التقنية والتعبيرية للخامة الأصلية التي يشكل منها النموذج قبل السبك، وهي الشمع. كما أنه جود في إعطاء المنحوتة لمعان البرونز المتأكسد بالأحماض والمواد المؤكسدة.



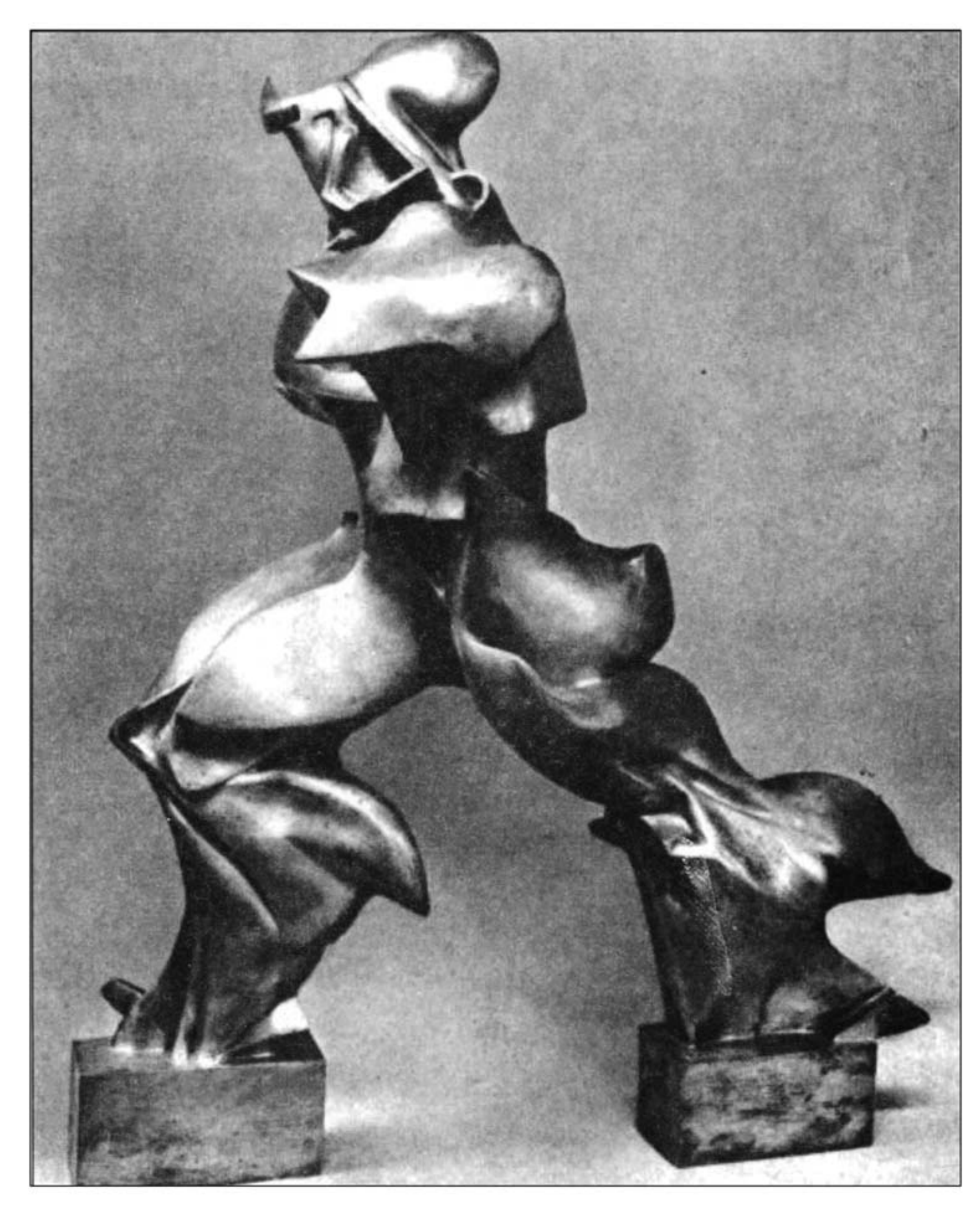
الشكل رقم(٢٩). رجال من الطبقة الوسطى. (١٨٨٦م). برونز. متحف روان. باريس.

وقد لازم السبك فن النحت حتى بعد ظهور الاتجاهات الجديدة في الفن وما تبعه من دخول خامات وتقنيات أخرى. وقد أنتج بعض الفنانين الذين ينتمون إلى المدرسة المستقبلية والتي بدأت في إيطاليا عام ١٩٠٩م أعمالا متميزة في مجال النحت صورت الحركة الكامنة في الكتلة النحتية. ومن أبرز رواد هذه المدرسة إمبيرتو بوتشيوني والعمل الذي اخترناه هو عبارة عن شكل يتحرك في الفضاء، بين فيه النحات حركة الجسم مستخدما البرونز المسبوك الذي ساعد على إظهار هذه الحركة وتذبذبها في الفضاء المحيط.

وقد أظهر النحات المجدد قسطنطين براكوزي الحركة من خلال عمل نحتي بالبرونز لطائر ينطلق في الفضاء، مبينا انسياب حركة الطائر من خلال المعدن الملمع كالمرآة. ومن المعاصرين لبراكوزي ريمند دوشامب الذي كان ضمن الفنانين الدادين عندما أنتج أعمالا نحتيه، تميزت بأنها لجأت لأسلوب التجميع (كولاج) في تكوين العمل المجسم. وقد وظف النحات أيضا تقنية السبك في بعض أعماله، ومن أهمها وأشهرها "الحصان العظيم" والذي يمثل شكلا مجردا.



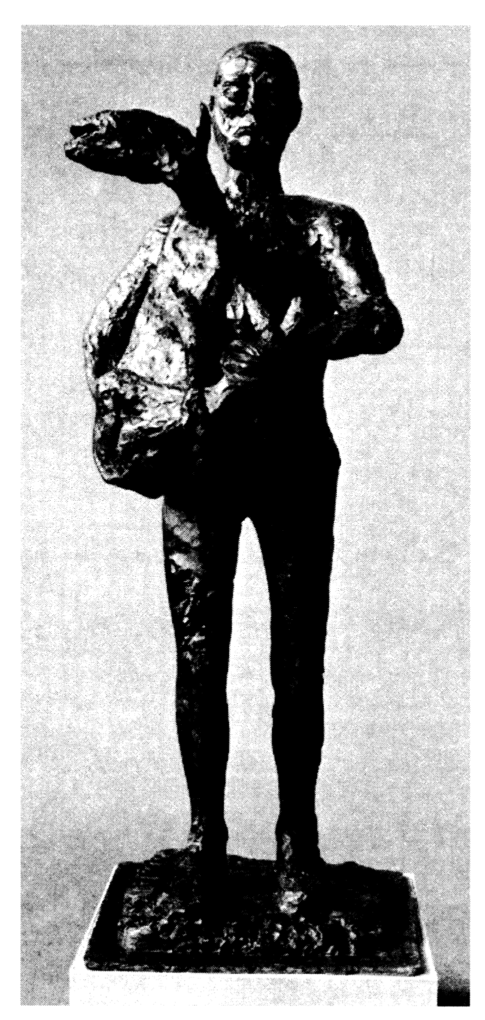
الشكل رقم (٣٠). قسطنطين برنكوزي. طائر في فضاء (١٩١٩م). برونز، الارتفاع ١٢٨سم. متحف الفن الحديث، نيويورك.



الشكل رقم(٣١). امبيرتو بوتشيوني. شكل متفرد في الفضاء (١٩١٣م). برونز، الارتفاع ١٠١سم. متحف الفن الحديث، نيويورك.

ومن أبرز نحاتي القرن العشرين الفنان الإنجليزي هنري مور والذي مارس فنه بخامات متنوعة من الخشب والحجر والرخام والجص والمعدن. وقد كان نصيب السبك في أعمال مور نصيبًا وافراً من الإعمال الصغيرة والكبيرة. وقد ساعد السبك على إظهار ليونة الخطوط ، كما أظهر الكتلة والفراغ اللذين تتميز بهما أعمال الفنان.

وقد تألق بابلو بيكاسو كمصور تشكيلي ينسب إليه وإلى رفيقه جورج براك ظهور المدرسة التكعيبية في الفن التشكيلي. إلا أن بيكاسو مارس أيضا فن الخزف والنحت، وفن الطباعة والحفر، وأنتج من خلالها مجموعة كبيرة من الأعمال بأساليب وتقنيات مختلفة. وقد أضاف بيكاسو إلى مجموعة الأعمال التي أنتجها مجموعة من الأعمال النحتية، منها المجمع ومنها المسبوك. وفي عمله النحتي "رجل مع حمل" يبدو الرجل وهو يحمل الحمل الوديع بين يديه في حين لا نعرف ما هو مصيره. ولعلنا ندرك ما كان يرمي إليه بيكاسو من رمزية إذا عرفنا أنه قام بإبداع هذه المنحوتة الكبيرة (ارتفاعها ١٤٠ سم) أثناء احتلال الألمان النازيين لباريس التي كان بيكاسو يقطنها في ذلك الحين.



الشكل رقم (٣٢). بابلو بيكاسو. رجل مع حمل (١٩٤٤م). برونز. الارتفاع ٢٢٤ سم. متحف فلدلفيا للفنون. فلدلفيا

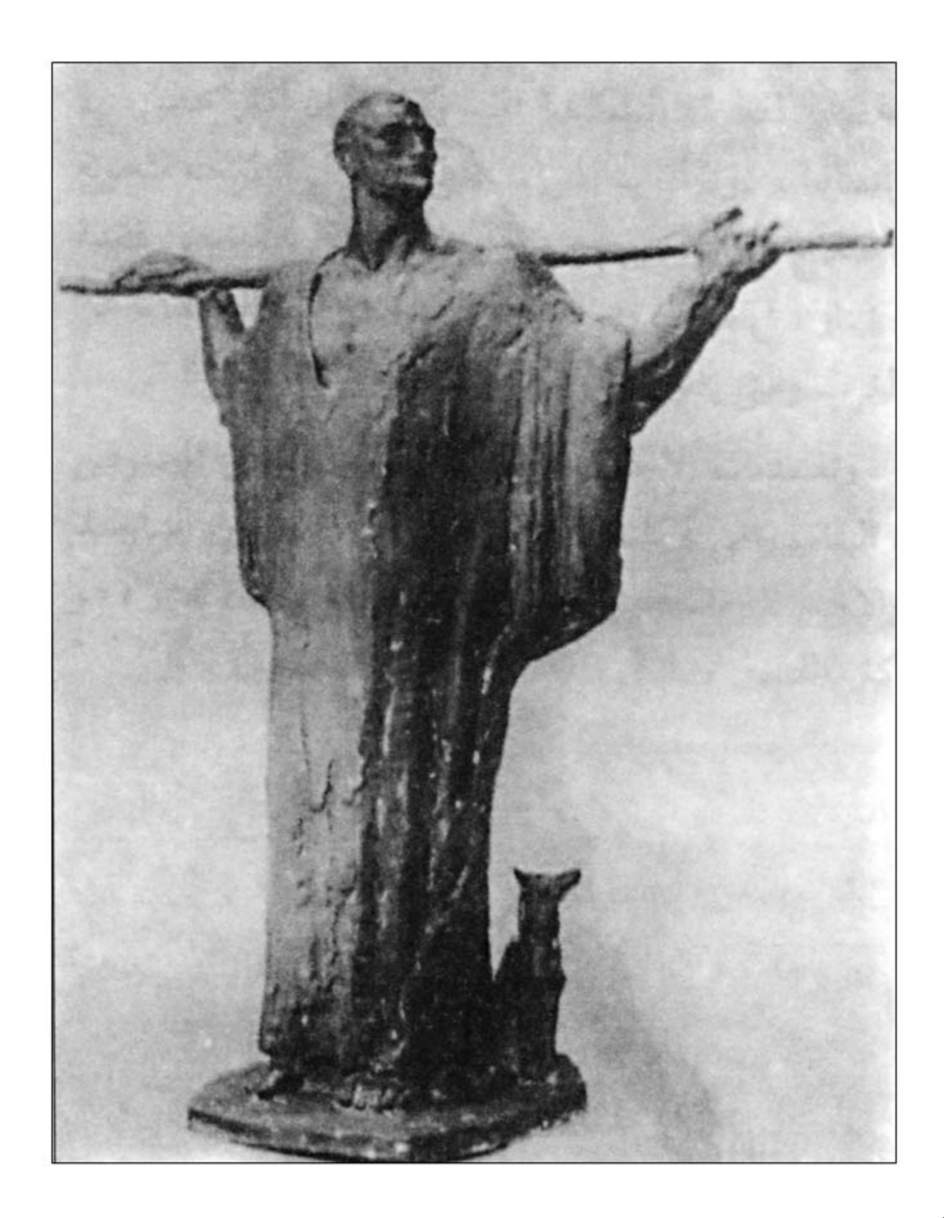
وقد تنوعت إسهامات النحاتين وأصحاب الصناعات التقليدية في الوقت الحاضر، وحافظ السبك على حيز ذي اعتبار من بين التقنيات المستخدمة، ذلك أن خواصه الفيزيائية تعطي للفنان المبدع مساحة واسعة من التعبير، عملت على تعميق المعاني والرموز التي يسعى الفنان لإظهارها.

والفنان العربي المعاصر له الكثير من الإسهامات الفنية التي وظف فيها الإمكانات الفنية والتعبيرية المتعددة لفن النحت من خلال تقنية سبك المعادن. وكان لابد أن يعتمد الفنان على الإرث الفني العالمي ليخرج بعد ذلك بصياغة ذات هوية تعبر عن مجتمعة وتحاكي ارثه الثقافي. ولسنا هنا في صدد سرد ما قدمه الفنانون العرب في هذا الصعيد، لأن ذلك سوف يحتاج إلى دارسات متعمقة لا مجال لها في هذا الكتاب، بل إننا سوف نحاول أن نلقي الضوء باقتضاب على رائدين في هذا المجال هما محمود مختار وجواد سليم. وعلنا نعرض نماذج مصورة أخرى لبعض النجاحات لفن السبك في الفن العربي المعاصر.

مما لا شك فيه أن محمود مختار هو رائد النحت المصري ورائد النحت العربي المعاصر. ولد الفنان في عام ١٨٩١م في ريف مصر وكان في طليعة الملتحقين بمدرسة الفنون الجميلة التي فتحت أبوابها لأول مرة عام ١٩٠٨م بالقاهرة. ولم ينس مختار جذوره المصرية والعربية حتى أثناء دراسته في باريس بعد تخرجه من مصر عام ١٩١١م. فقد كان طول حياته الفنية التي انتهت بموته عام ١٩٣٤م عن عمر لم يتعد الثالثة والأربعين من العمر، يستلهم أعماله من الفلاح والفلاحة، ويتخذ من الحياة المصرية والمشاعر الاجتماعية العامة موضوعات لأعماله النحتية، ويوظف الرموز والموضوعات التراثية في هذه الأعمال، فغدت الطابع المميز لفن مختار.

وقد حازت أعمال هذا النحات على اهتمام العديد من النقاد الغربيين، كما فاز بالميدالية الذهبية في صالون باريس عام١٩٢٩م، وفي عام ١٩٣٠م عرض أربعين تمثالاً في قاعة (برنهايم) بباريس. وقد نال كل هذا التقدير من خلال منحوتاته التي كانت ملتزمة بأصول النحت الكلاسيكي وتقنياته إلا أن "منهج مختار- الفني والأخلاقي- يجعله يعتد إلى كبح جماح الرغبات بكواتم الحياء... إن مجمل إبداع "مختار" كان، ولا يزال، دعوة للمصالحة مع الموروث الفني المصري: (البنائي- السكوني) والموروث (الأخلاقي- الديني)" (بقشيش ١٩٩٢م، ١٤).

وإن كانت منحوتته "نهضة مصر" (١٩٢٨م) تمثل رمزا مصريا صرفا، إلا أن هنالك العديد من أعماله المصرية المسبوكة تترجم اهتمام مختار بتخير التقنيات المناسبة لأعماله. ففي حين يضفي على منحوتاته الجرانيتية والرخامية ملمسا ناعما حسب المواضيع التي تطرحها، فإن أعماله البرونزية تميزت بملمسها المستمد من ملمس الطين المرتبط بموضوعات هذه الأعمال في "الغيط والترعة والريف".



الشكل رقم (٣٣). محمود مختار. حارس الحقول. (١٩٣٠م). برونز. متحف محمود مختار– القاهرة.

ويعتبر العراقي جواد سليم رائدا آخر في تاريخ النحت العربي الحديث، ولد عام ١٩١٩م من أب عراقي كان يعيش في تركيا وقد كان موهوباً يمارس التصوير، ويبدو أن موهبته هذه قد انغرست في أولاده، فقد أصبحوا أسماء تشكيلية لامعة في فن التشكيل العراقي. وقد درس جواد سليم في باريس وإيطاليا، ثم بعد ذلك انتظم منذ عام ١٩٤٦- ١٩٤٩م بمدرسة سليد للفنون في بريطانيا.

وكما كان محمود مختار مولعا بتراثه وادي النيل القديم والريف وبساطته، كان هاجس جواد سليم تأسيس فن عراقي يأخذ جذوره من فن وادي الرافدين ويسلتهم من الرموز والعادات والموروثات الشعبية والتراث الفني العراقي على مر العصور. وهذا الحلم وضعه جواد سليم في ذاكرة التشكيل العراقي عندما أسس هو وفريق من زملائه جمعية الفن المعاصر عام ١٩٥١م.

ولقد مارس جواد سليم النحت والتصوير، ولكنه كان مقلا، ولعل همه كان تثبيت مفهوم فلسفي لفن محلي ينبع من أرض وطنه. "ولقد مر نحت جواد بمراحل مختلفة، فكان فيها تجريدياً مرةً وتعبيرياً مرة، و متأثراً بهنري مور مرة، و لكن أصدق مراحله وأكثرها تحديداً لشخصيته، تلك المرحلة التي عَصر فيها تقاليد الفن الرافدي في نصب الحرية الذي أقيم في بغداد رائعة أعماله النحتية، وخلاصة عبقريته" (البهنسي ١٩٨٥م، ١٢٦).

ولقد ركز "نصب الحرية" (١٩٦١م) على الإنسان المعذب المسلوب الحرية. وكانت الخامة التي اختارها الفنان هي البرونز المسبوك وعلى امتداد جسر عريض يبلغ طوله خمسين متراً ثبتت عناصر الموضوع في أربع مجموعات. الأولى تمثل القدر الظالم والصمود الإنساني والمجموعة الثانية تمثل البطل المنتظر يعلن عن رسالة حضارية خالدة وعقيدة جديدة. وقد سعى النحات إلى أن ترمز هذه المجموعة إلى قوى للأمل والتحدي والطموح، وإلى المأساة الأزلية، ثم الأمومة والتحرر والأرض الطيبة وثمارها ثم العمل والإنتاج، وأخيراً الأمل والتطلع نحو المستقبل الزاهر (البهنسي ١٩٨٥م، ١٢٦-١٢٧). ولم يشهد النحات جواد سليم احتفال إزاحة الستار عن ملحمته النحتية، فقد مات الفنان إثر أزمة قلبية قبل ذلك بعدة اشهر عن عمر يناهز ٤١ عاما.



الشكل رقم(٣٤). جواد سليم. نصب الحرية (١٩٦١م). برونز، الطول ٥٠ متر، الارتفاع ٨ أمتار. ساحة التحريـــر. بغداد.

٣

المسابك وتجهيزاتها

تختلف الورش التي يمارس فيها السبك حسب حجم العمل الذي تقوم به. ولأن هذا المؤلف يسلط الضوء على السبك في الفنون التشكيلية فإن كم الإنتاج في هذه الورش محدود و ينحصر في المنحوتات الفنية التي ينتج منها في العادة نسخة واحدة أو عدد محدود من النسخ. و مسابك الصياغة التي نعنيها هنا هي تلك الورش التي ينتج فيها عدد محدود من الحلي لزبائن محدودين، مما يجعلها ترتقي إلى العمل الفني الإبداعي وليس مثلها مثل المصوغات التي تنتج منها مئات وربما آلاف النسخ، وإن كانت طرق الإنتاج تتبع نفس الخطوات. والورش التعليمية في كليات الفنون أو المعاهد المتخصصة أو أقسام التربية الفنية لا تخصص للسبك فقط بل تكون عادة شاملة لمجال تشكيل المعادن. ويمكن وضع تصور عام لمسبك ينتج الأعمال الفنية المسبوكة على مستوى محدود.

ورشة العمل أو "المسبك"

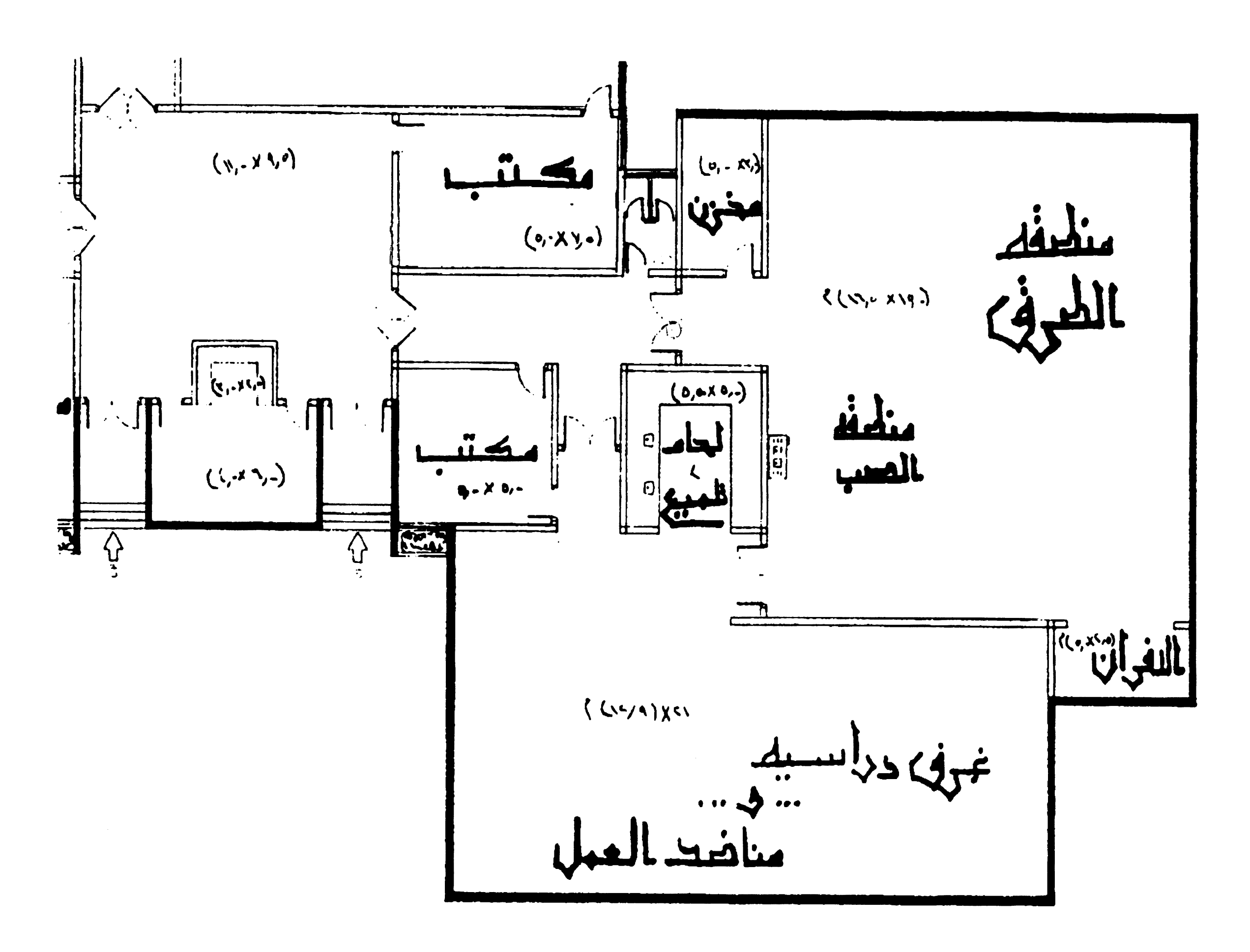
لابد من الأخذ في الاعتبار صلاحية الموقع الذي يتم اختياره لعمل مسبك المعادن والمساحة المطلوبة للعمل. فلابد أن يكون المسبك على مستوى الأرض، ويفضل أن تكون منطقة المسبك من طابق واحد؛ ألاّ يبنى فوق منطقة المصهر أي مبنى إذا كان المصهر من المصاهر الكبيرة. وإذا كان الاستخدام سيقتصر على السبك بجهاز الطرد المركزي، أو السبك بجهاز الشفط فلا

بأس من وجود طابق آخر فوق منطقة السبك ، أو حتى أن يكون السبك في الطابق الثاني أو الثالث مادام هنالك احتياطات لمخارج الطوارئ.

وتختلف المساحة المطلوبة لعمل المسبك حسب الاستخدام ، فالورش التعليمية كما ذكرنا لا تقتصر استخداماتها على مجال السبك ، بل ربما تجمع ورشة أشغال المعادن في مكان واحد فتخصص للسبك منطقة مستقلة أو أن تدخل من ضمن التوزيع العام للمكان. وما على مدرس المادة إلا توزيع الأعمال بحيث يوجد عدد محدود في منطقة السبك في كل مرة يتم السبك فيها.

ولطبيعة خطوات التنفيذ فإن السبك يتم في مراحل : يتم تحضير النموذج من الشمع ، ثم يبدأ العمل لإعداد قالب الصب ، وبعد أن يسخن القالب في فرن لطرد الشمع ، يصب المعدن في القالب ليشغل الفراغ الناجم عن طرد الشمع. وفي المرحلة النهائية تخرج المسبوكة من القالب ، وتنظف ، وتهذب ، وتخرج إخراجا نهائيا. لذلك فإن هذه المراحل لا تنفذ في منطقة واحدة ، بل يمكن استخدام ورش أخرى مجاورة كورشة أشغال الخزف أو الخشب لتنفيذ بعض المراحل ، أو أن تستغل مناطق أخرى من الورشة لاستخدامات مختلفة. والمخطط المبين في الشكل رقم ٣٥ هو تخطيط مقترح لورشة المعادن بقسم التربية الفنية بجامعة الملك سعود وقد شارك المؤلف في تصميمه بالتعاون مع معماريين من إدارة المشاريع بالجامعة الذين قاموا على دمج عدد من الورش في مبنى واحد. و يُظهر المخطط توزيع مناطق العمل لعدد من الطلاب لا يتجاوز ٢٥ طالبا في كل فترة عمل.

أما المسابك التي يعمل بها الفنانون التشكيليون فعدد المشتغلين فيها قليل ، ولكن مقتضيات العمل تحتم تخصيص مناطق (ورش) مستقلة لكل مرحلة من مراحل الإنتاج. ويمكن توزيع المسبك إلى الورش التالية :



يضم المبنى المقترح للورش التعليمية لقسم التربية الفنية ثلاث ورش: ورشة للمعادن، ورشة للخشب، وورشة الخزف. وقد أخذ مهندسو الإدارة الهندسية بالجامعة باقتراحات أعضاء هيئة التدريس كل حسب تخصصه، والتخطيطات الأولية التي قاموا بإعدادها وخططت في مبنى واحد تضم بالإضافة إلى الورش غرفة للحراسة وصالة عرض/استقبال.

الشكل رقم (٣٥). مخطط لورشة تعليمية بقسم التربية الفنية– جامعة الملك سعود.

ورشة الجص والقوالب: وهي المنطقة المخصصة لعمل قالب النسخ وهو القالب الذي يعمل لغرض أخذ نسخة سالبة من الشكل ويستخدم لعمل نسخة "نموذج" من الشمع ، أما قالب الصب (investment) وهو قالب من الجص يحتوي النموذج الشمعي. وفي بعض الأحيان تصب القوالب المطاطية في هذه الورشة. وفي هذه الورشة أيضا يتم فك القالب بعد السبك وتنظيفه من بقايا الجص.

ورشة إعداد النماذج: وهي المنطقة التي تتم فيها أعمال الشمع من إنتاج نموذج أو نسخة من قالب الشمع إلى عمل شبكة قنوات الصب. كما يمكن تخصيص منطقة من هذه الورشة لعمل القوالب المطاطية.

ورشة اللحام بالكهرباء أو الأكسيستلين: وفي هذه الورشة تتم عمليات الإصلاح والقطع بشعلة الأكسيستلين أو اللحام بالكهرباء.

منطقة الأحماض: لكثرة توظيف المواد الكيميائية والأحماض في عمل ملونات لتغيير مظهر المعدن أو لتنظيف المعدن ؛ فلا بد من تخصيص منطقة للعمل بالأحماض وخزنها لتلافي أخطار سكبها أثناء العمل.

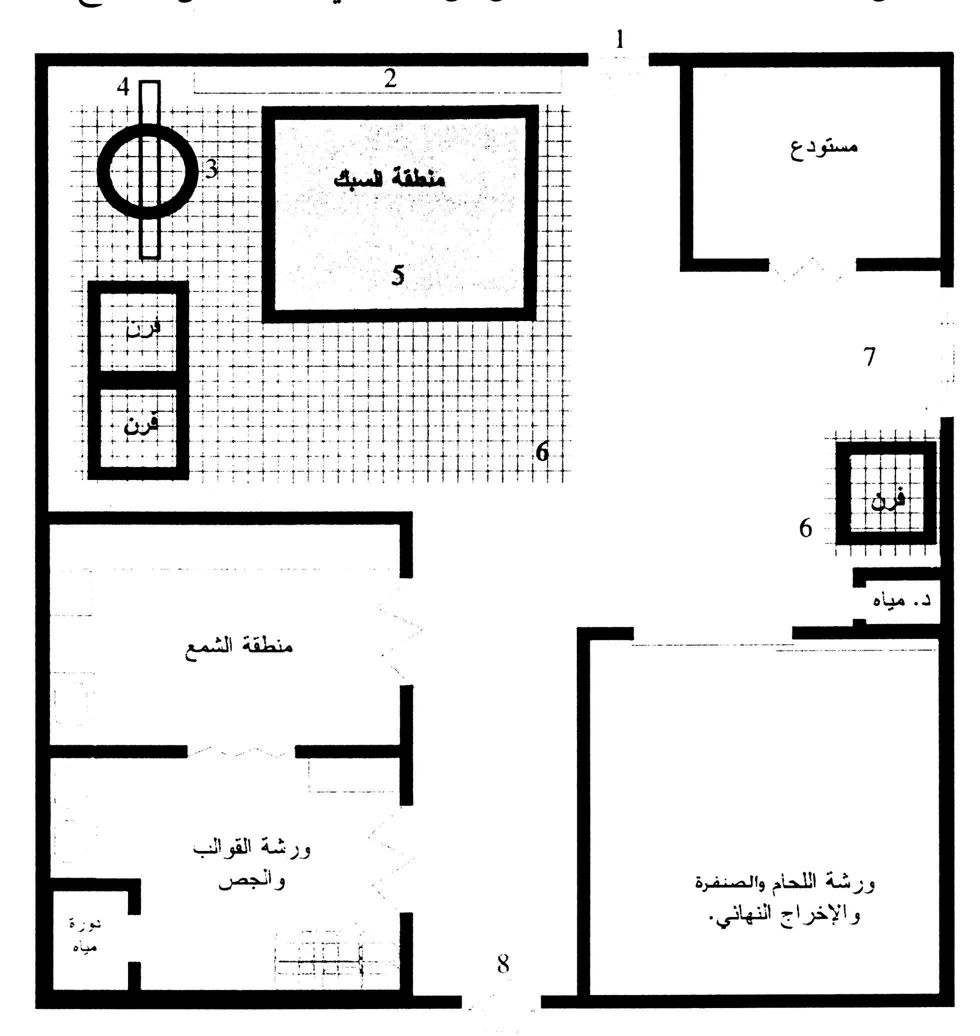
ورشة الجلخ والصنفرة أو التلميع: في هذه الورشة تستخدم الأجهزة الخاصة بالجلخ (grinder) لإزالة طبقة من المعدن بواسطة قرص خشن (حجر الجلخ) يدار بالكهرباء. ولإخراج العمل بالمظهر المطلوب فإنه يصنفر بجهاز يدار بقوة ضغط الهواء الذي يدفع من مولد هواء (compressor) أو بالكهرباء. كما تستخدم دواليب التلميع في بعض الأحيان لإعطاء المشغولة مظهرا صقيلا. و يُفضل أن تكون هذه المنطقة بعيدة عن المناطق الهادئة في الورشة بسبب الضوضاء التي تصدر أثناء العمل.

منطقة الأفران: تخصص هذه المنطقة من المسبك لأفرن الحرق أو طرد الشمع ، ويجب أن تكون قريبة من منطقة المصهر ، أو أن تكون في منطقة مسقوفة خارج المسبك.

المصهر: وهي المنطقة التي يصهر ويصب فيها المعدن في قالب الصب. وتخصص عادة مساحة رملية من هذه المنطقة لتثبيت القالب عند صب المعدن.

ولا ننسى تخصيص غرفة أو أكثر كمخازن لحفظ الخامات والأعمال المنجزة، وغرفة لإنجاز التصاميم والأعمال المكتبية الأخرى. ومد المسبك بالخدمات الصحية العامة كدورة المياه (بيت الخلاء) وأحواض للغسيل.

ويمكن بالطبع بناء المسبك بأي مواد متوفرة ولكن يفضل بناء المسبك من الطوب أو الحديد مع وضع العوازل الحرارية في السقف والجدران، وتكييف بعض مناطق العمل وخاصة منطقة تحضير النماذج (حفاظا على الشمع)، وتزداد أهمية التكييف في المناطق الحارة. ويفضل فصل مناطق العمل بجدران لتسهيل التحكم بمستوى الضوضاء والتهوية. كما يجب الأخذ في الاعتبار وضع نوافذ كافية لدخول ضوء الشمس والتهوية الطبيعية ومخارج للطوارئ. أما أرضية الورشة فيمكن أن تكون من الأسمنت ليسهل تنظيفها بمكنسة الشفط ولا بأس من البلاط في منطقة عمل النماذج.



١- باب طوارئ. ٢- رفوف لبواتق وأدوات المصهر. ٣- المصهر. ٤- رافعة. ٥- منطقة رملية. ٦- منطقة عالية التهوية. ٧- باب التحميل. ٨- الباب الرئيسي.

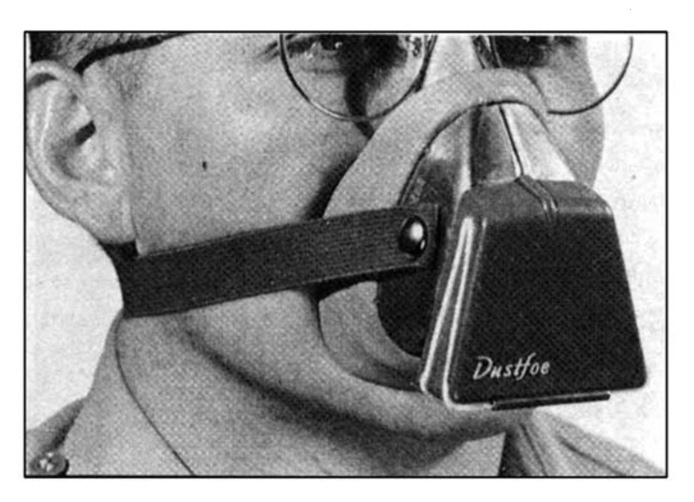
الشكل رقم (٣٦). مخطط لمسبك متوسط الإنتاج.

يجب تجنب استخدام أسقف الأسبستوس في بناء المسابك أو الورش بصفة عامة فقد ثبت أن له أضراراً كبيرة على الصحة مما حدى بالكثير من دول العالم إلى حظر استخدمه في كثير من المرافق.

وفي كل الحالات فإن ورش المعادن والمسابك يجب أن تتوافر بها مواصفات لتسهيل العمل وجعله آمنا خاليا من الحوادث الصناعية. ومن هذه المواصفات ما يلي :

التهوية

لحماية العاملينَ ومن يوجد في المسبك ينبغي أن نشدد الاهتمام بالتهوية الكافية لطرد الروائح أو الأبخرة أو ذرات الغبار المحملة بمواد ضارة بالصحة. وتوصي المراكز المعنية بمهنة السبك بضرورة تهوية كل منطقة من مناطق العمل (تفت : ص ص١٠-٢٤). ففي ورشة الجص والقوالب تعمل التهوية على التقليل من كمية الغبار التي يمكن أن يستنشقها المشتغلون بإعداد القوالب أو فكها وخلط الجص لا بد من حماية الأنف بكمامات مانعة للغبار : الشكل رقم (٣٧).



الشكل رقم (٣٧). قناع واقٍ من الغبار

ويمكن وضع مراوح شفط على ارتفاع مناسب لطرد الغبار إلى الخارج ، ويمكن أن يصفى الهواء بمرشحات قبل إطلاقه في الهواء الخارجي. وهنالك شفاطات خاصة داخلية مزودة بمرشحات لتنقية الهواء ومن ثم إعادته مرة ثانية نقيا لمنطقة العمل.

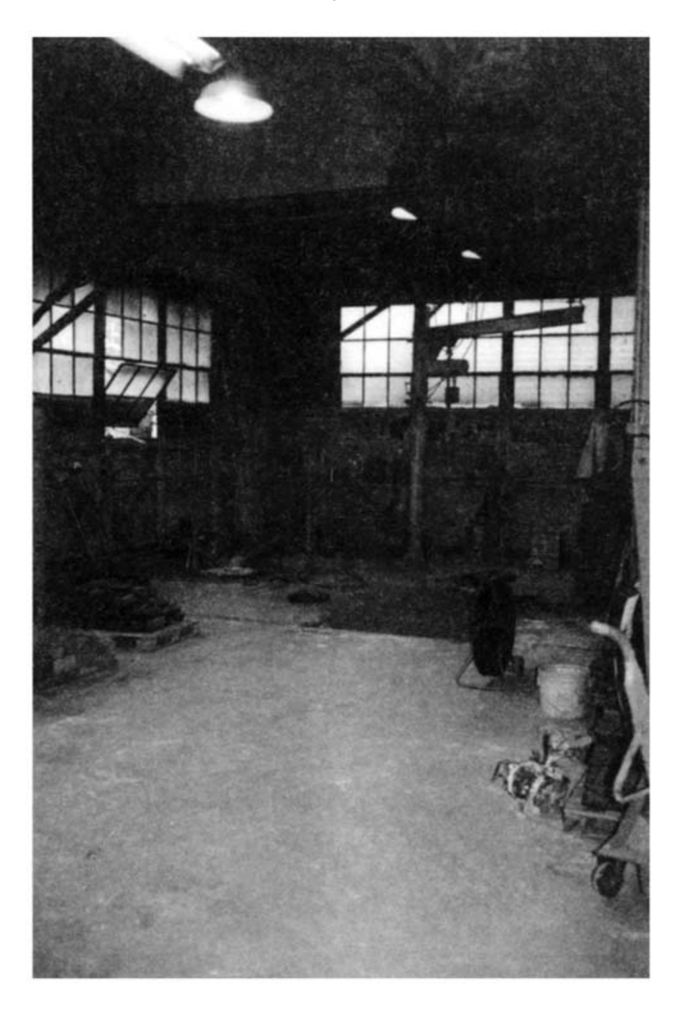
وفي منطقة الأفران تهدف التهوية إلى طرد الروائح والأبخرة التي تخرج عادة من فتحة التهوية في أعلى الفرن ، فمن الضروري تركيب مدخنة بمروحة شفط تعلق على ارتفاع منخفض من أعلى الفرن الشكل رقم (٣٨). ويمكن التقليل من انتشار الروائح بإغلاق منطقة الأفران عن بقية المناطق بحواجز أو ببوابات تسحب عند انتهاء الحرق. ولتجنب الأبخرة التي تحدث أثناء صهر المعدن- سواء تلك الغازات التي يولدها الوقود المستخدم في الصهر أو تلك التي تنبعث من المعدن عند صهره- يفضل تثبيت مدخنة بمروحة شفط فوق المصهر أو مدخنة متحركة تشفط الغازات على مقربة من فوهة المصهر. وعند صب المعدن المصهور في القالب لا بد من حماية الأفراد من الغازات التي تنبعث من المعدن أو من مادة القالب. و يفضل استخدام مدخنة متنقلة بخرطوم لشفط الغازات من جانب القالب أثناء الصب ، أو مروحة شفط علوية ، وعندها لا بد من حماية الأنف والفم بكمامات واقية.



الشكل رقم (٣٨). الهواية فوق القرن لسحب الغازات والأبخرة المنبعثة أثناء عملية طرد الشمع.

وفي منطقة الأحماض، وهي المنطقة التي تستخدم فيها الأحماض والمواد الكيميائية الأخرى لتغيير لون سطح المعدن أو لتنظيف المعدن من الأكسدة، يجب طرد الأبخرة والغازات المنبعثة من تسخين المواد الكيميائية (تسخن لتسريع التفاعل الكيميائي) إذ إن أغلب هذه الأبخرة والغازات كريهة الرائحة وضارة بالصحة. ويمكن استخدام المدخنة المتنقلة ذات الخرطوم لشفط الهواء من مكان العمل إلى الخارج. وعند استخدام الحامض للتنظيف ينصح بوضع مراوح شفط فوق منطقة العمل، أو أن يتم استخدام الأحماض في مقصورة مفتوحة من الأمام وتعلوها مروحة شفط تغطي مساحة سطح المقصورة.

وفي ورشة الجلخ والصنفرة والتلميع، حيث تستخدم أجهزة الجلخ والصنفرة التي تدار بالكهرباء، تتطاير ذرات المعدن والرمل أثناء العمل، فينصح باختيار الأجهزة التي بها مراوح شفط قدر المستطاع، وأن تستخدم التهوية المنخفضة لشفط الغبار المتطاير، بالإضافة إلى المحافظة على المكان وتنظيفه يوميا بمكنسة شفط حتى لا يتراكم الغبار في منطقة العمل. وللتخلص من الغازات التي تحدث أثناء عمليات التلحيم لعمل الإصلاحات اللازمة للشكل قبل الصنفرة يوصى باستخدام المدخنة المنتقلة بالقرب من منطقة التلحيم لشفط الغازات قبل انتشارها في جو الغرفة. ولا ننسى أن منطقة إعداد النماذج أيضا تحتاج لتهوية كافية للتخلص من الأبخرة التي تحدث أثناء صهر الشمع. ويفضل وضع قدر صهر الشمع في مقصورة مفتوحة من الأمام وتعلوها مروحة شفط لسحب الأبخرة ومنع انتشارها في جو الورشة.



الشكل رقم (٣٩). استخدام الإضاءة الطبيعية (الخارجية) في منطقة الصهر .

الإضاءة

الإضاءة الطبيعية من ضوء الشمس هي أفضل أنواع الإضاءة للعمل ؛ لذا يراعى ذلك أثناء تصميم المسبك بالإكثار من النوافذ في مناطق العمل، وكذا يمكن وضع نوافذ علوية في منطقة الأفران ومنطقة المصهر. ولكن لعدم توفر الإضاءة الطبيعية في كل الأوقات، وللحاجة لإضاءة موجهة في بعض الأحيان يلزم الاستعانة بالأضواء الكهربائية. ويفضل استعمال أنابيب الإضاءة الغازية (فلورسنت) في وحدات إضاءة ثلاثية أو ثنائية معلقة بالسقف فوق منطقة العمل. كما يمكن استخدام الأضواء الكاشفة في منطقة الصهر والأفران. ويوصى باستخدام أضواء الطاولات المكتبية أثناء العمل في غرفة التصميم، وورشة إعداد النماذج، وورشة الجلخ والصنفرة، وورشة الأحماض عند الحاجة.

الأثاث

يراعى عند اختيار أثاث المسبك أن يتطابق مع المواصفات والمقاييس المعمول بها. والأثاث المعدني بصفة عامة هو الأثاث المناسب لورش السبك لتحمله قسوة الاستعمال، ومقاومته للاحتراق ولأنه لا يحتاج لصيانة متكررة، علاوة على أنه يعيش لفترة طويلة. ولكن من مساوئه أنه عرضة للصدأ والتفاعل مع الأحماض المستخدمة في الملونات الكيميائية (patina) وسهولة خدش المسبوكات أثناء العمل.

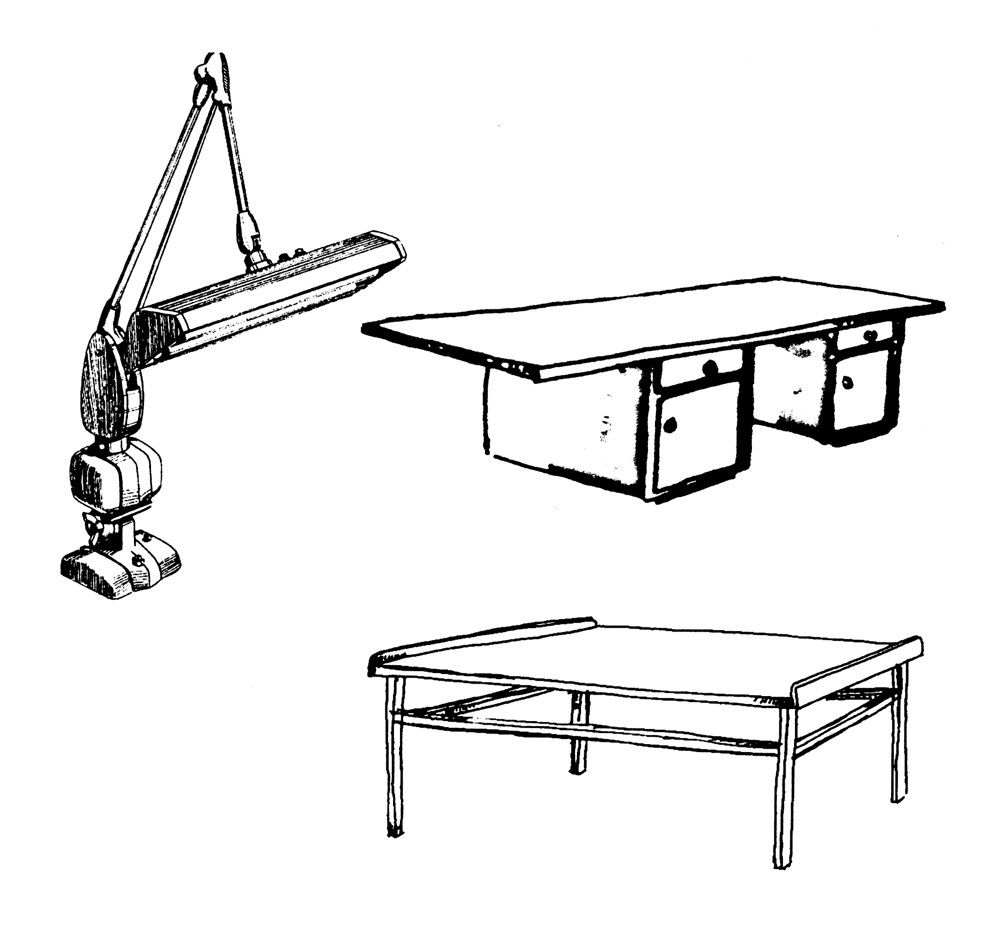
وتعد مناضد العمل من قطع الأثاث الأساسية في أي ورشة من ورش المسبك، ويجب اختيار المناسب منها للأعمال التي تنفذ في كل ورشة. ففي ورشة الجص والقوالب حيث تعمل القوالب لإعداد النماذج أو قوالب الصب، يمكن استخدام منضدة كبيرة من الخشب بارتفاع ٩٠ سم تقريبا وليست بالضرورة أن تكون من النوع الثقيل. أو يمكن الاستعانة بطاولات صغيرة الحجم بنفس الارتفاع تجمع جنبا إلى جنب لتكوين المساحة المطلوبة للعمل. والجدير بالذكر أن الطاولات المصنعة من نشارة الخشب المضغوط لن تتحمل كمية الماء والرطوبة المستعملة أثناء العمل، لذا يفضل استعمال الخشب القاسي والمطلي بالباليوريثين أو الورنيش. وفي ورشة إعداد النماذج لا بأس من استعمال منضدة خشبية مغطاة بالفورمايكا أو أي مادة مشابهة لتسهيل إزالة ما يتساقط عليها من الشمع أثناء العمل. ومن المستحسن أيضا وجود منضدة مصنعة من هيكل حديدي وسطحها من الرخام أو يوضع الرخام على طاولة من الخشب. ويمكن أن يكون ارتفاع المناضد في هذه الورشة أكثر من المتر الواحد. وطاولة منطقة اللحام لابد أن تكون من الحديد - وعلى الأخص إذا كان لحام الأكسيستلين أو لحام الكهرباء سيستخدم- مع تزويدها بملزمة ثابتة في زاوية من زوايا سطحها. وإذا كانت هذه المنطقة مفتوحة على مناطق أخرى فمن الضروري وضع حواجز حول المنطقة عندما يستخدم اللحام الكهربائي لمنع تطاير شرار اللحام لمناطق أخرى. وتزود منطقة الجلخ والصنفرة والتلميع بمنضدة كبيرة من الحديد بارتفاع ١٠٠-١٢٠سم مزودة بملزمة أو بملزمتين ثابتتين لتثبيت المشغولات أثناء العمل.

كما يجب أن تتحمل الكراسي المختارة للورش الاستعمال المتواصل، وتوفر الراحة والدعم الجيد للمقعد والظهر. وهنالك العديد من الأنواع المتوفرة في الأسواق فمنها ما هو ثابت على

الأرض، وهو مناسب لمنطقة اللحام ومنطقة الجلخ والصنفرة والتلميع، ومنها ما هو قابل للتحرك على عجلات مثبتة في الأرجل وهو مناسب في الغالب لمنطقة إعداد النماذج ومنطقة الأحماض.

وتتنوع خزانات حفظ العدد والخامات حسب استخداماتها. فمنها ما هو مثبت على جدران الورشة ومنها ما هو متحرك يمكن نقله من مكان لآخر. ولكل ورشة من ورش المسبك احتياجاتها الخاصة من الخزانات. فورشة الجص والقوالب تحتاج إلى خزانات ثابتة لحفظ العدد والخامات. وفي الأسواق المحلية توجد الكثير من تصاميم الخزانات الخاصة بحفظ العدد والخامات، ويمكن عمل خزانات بمواصفات معينة في الورشة. وتحتاج ورشة إعداد النماذج إلى خزانات أيضا لحفظ العدد والأدوات الخاصة بالورشة، ويجب أن يتوفر فيه عدد كبير من الأرفف حيث تحفظ قناديل التحمية وقوالب الشمع وأدوات تشكيل الشمع وعدد أخرى. وفي منطقة الأفران يمكن وضع أرفف بمحاذاة الجدار لرفع بوتقات الصب والملاقط وبعض الأدوات الأخرى المستخدمة في هذه المنطقة. وتحتاج ورشة اللحام إلى خزانة ثابتة أو متحركة لحفظ قضبان اللحام ومساعدات الصهر (flux) وأدوات المسك والتثبيت وما إلى ذالك من أدوات. وفي ورشة الجلخ والصنفرة والتلميع يفضل استعمال خزنة أو صندوق متحرك على عجلات لحفظ العدد ومستلزماتها، ولحفظ الأحماض يفضل استخدام خزنة منخفضة الارتفاع (٥٠ سم تقريبا) لتلافي وقوع زجاجات الحوامض من ارتفاعات عالية.

وأحواض الغسيل أو المجالي عنصر هام في تسهيل القيام بالعمل على أكمل وجه، لذلك لابد من اختيار ما يتحمل قسوة العمل. وفي الأسواق أنواع من الأحواض المخصصة لمطابخ المطاعم وتكون عادة من الحديد المقاوم للصدأ (stainless steel). وفي ورش المسبك تستخدم أحواض الغسيل لأغراض متعددة. ففي ورشة الجص والقوالب نحتاج إلى حوض بعمق ٥٠ سم تقريبا وبطول ١٠٠سم. ولأن هذا الحوض يستخدم لاستخدامات الجص فيجب عمل احتياطات لتصفية الجص ومنعه من الهروب إلى أنابيب التصريف. وهنالك مصفيات تباع لهذا الغرض أو يمكن عمل خزان خاص لعزل الجص عن الماء قبل تصريفه. وتحتاج منطقة الأحماض إلى حوض لغسيل أو لإيقاف التفاعل الكيميائي، ومساحة واسعة حول الحوض لوضع الأحواض البلاستيكية التي تحتوي على الأحماض. ويستحسن وجود حوض صغير في منطقة إعداد النماذج للحاجة إليه في بعض الأحيان.



الشكل رقم(٤٠). بعض أثاث المسبك.

الأجهزة والأدوات

تختلف الأجهزة والأدوات التي تستخدم في المسابك حسب طريقة السبك وحجم الإنتاج وأغراضه، وسنكتفي هنا بسرد الأجهزة والأدوات المستخدمة في كل ورشة من ورش المسبك، وسوف يوصف بعضها لاحقا.

الأدوات والمعدات المذكورة والتي تنتهي بدون إشارة تستخدم عادة في المصاهر الكبيرة.

أما الأدوات والمعدات التي تنهي بإشارة (+) فتستخدم في المصاهر الكبيرة وكذلك المصاهر الصغيرة والتعليمية التي يسبك فيها بطريقة الطرد المركزي وطريقة السبك بالشفط.

وتدل إشارة (+=) على أن مثل هذه الأدوات والأجهزة تستخدم عادة في المصاهر الصغيرة والتعليمية المحدودة بطريقتي الطرد المركزي والسبك بالشفط.

ملاحظة: ربما يختلف الكثير من الأدوات والعدد والأجهزة المبينة في الجداول التالية حسب العلامة التجارية وبلد التصنيع.

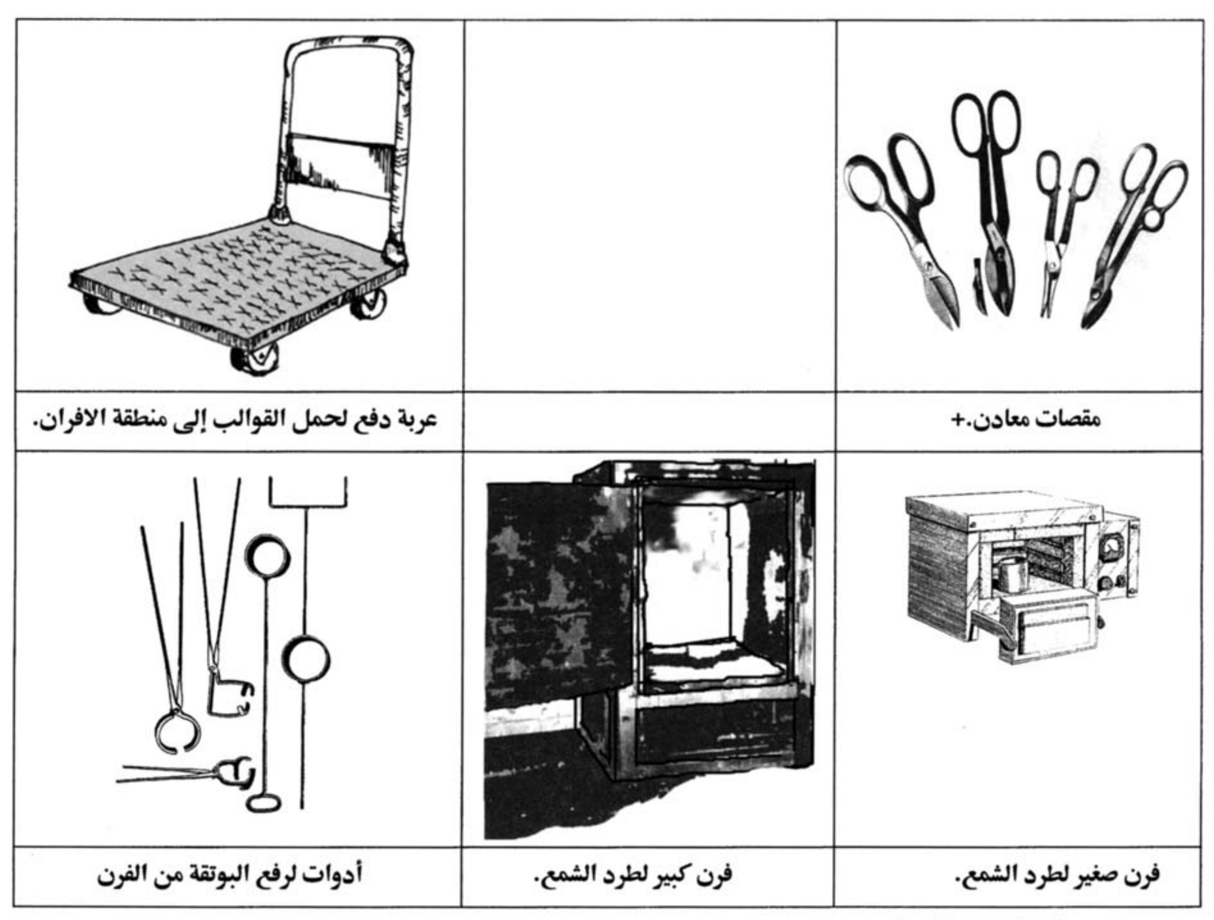


ميزان.+	جهاز الذبذبات (لطرد فقاقيع الهواء).+	جهاز شفط (لطرد فقاقيع الهواء بالشفط).+
سلطانيات مطاطية (لخلط الجص).+	سطول أو براميل لخلط الجص	دوارق بأحجام مختلفة.+=

عدد ورش الجص والقوالب



تابع عدد ورشة الجص والقوالب



مقصات معادن.+

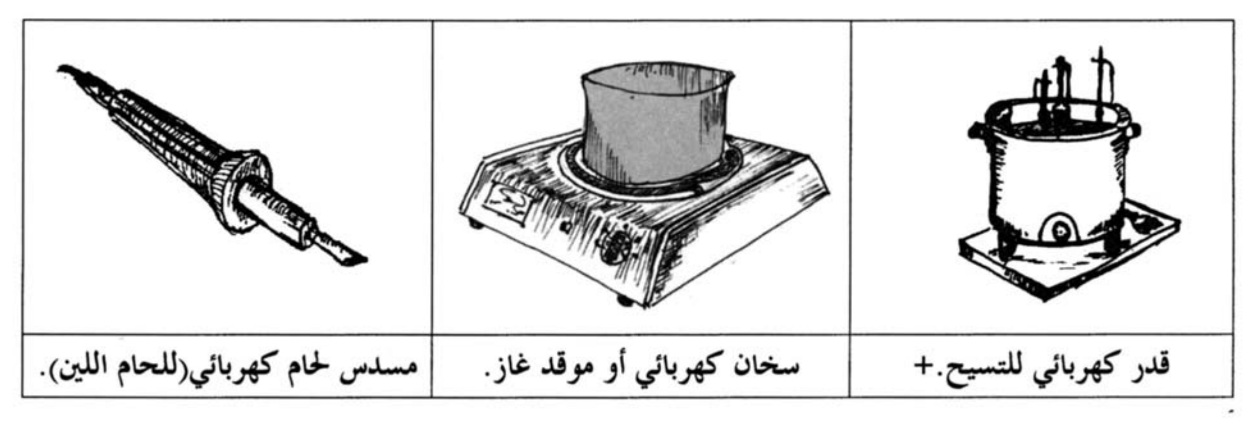
عربة دفع لحمل القوالب إلى منطقة الافران.

فرن صغير لطرد الشمع.

فرن كبير لطرد الشمع.

أدوات لرفع البوتقة من الفرن

تابع عدد ورشة الجص والقوالب

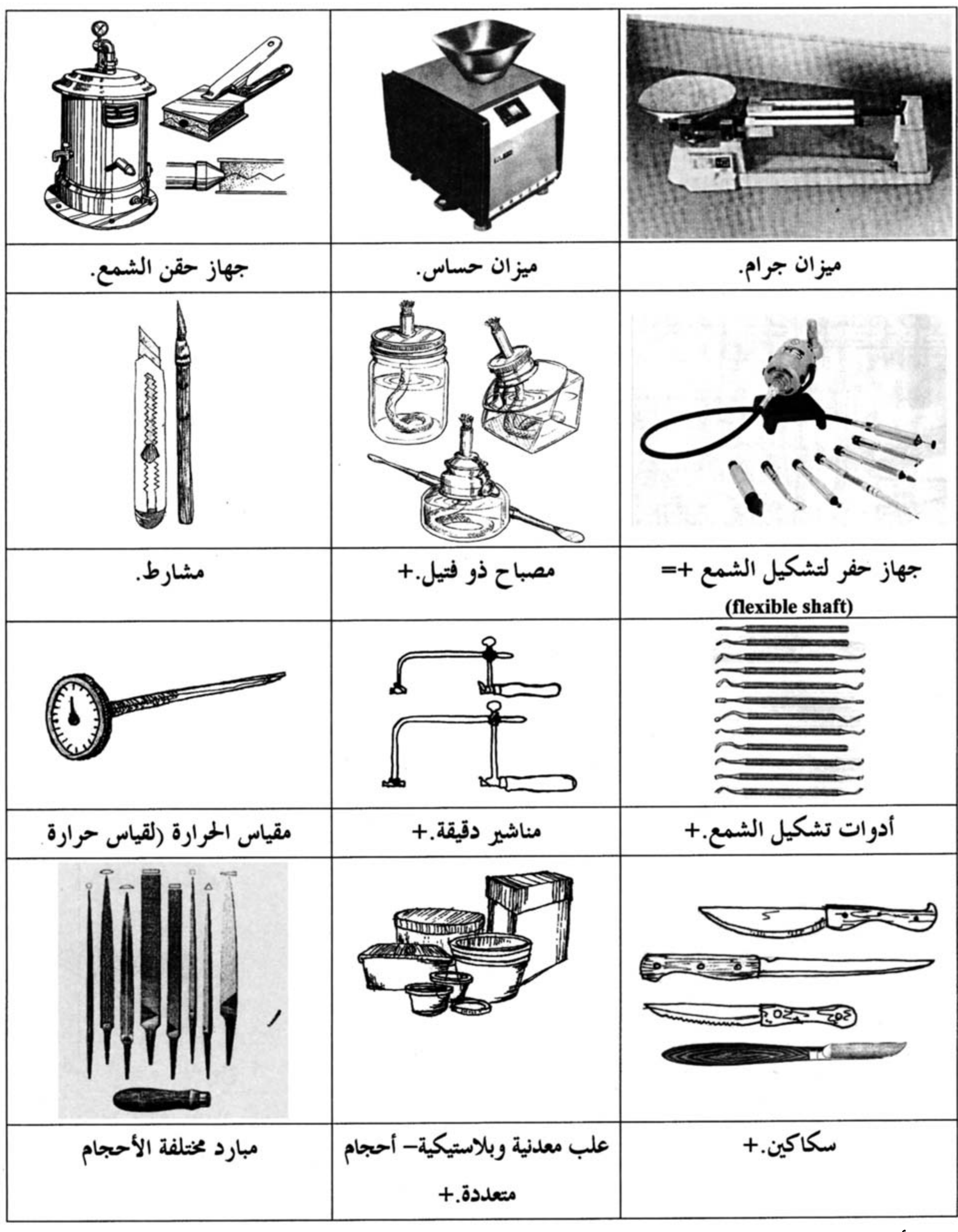


قدر كهربائي للتسيح.+

سخان كهربائي أو موقد غاز.

مسدس لحام كهربائي(للحام اللين).

أدوات وعدد منطقة إعداد النماذج والقوالب



تابع أدوات وعدد منتطقة إعداد النماذج والقوالب

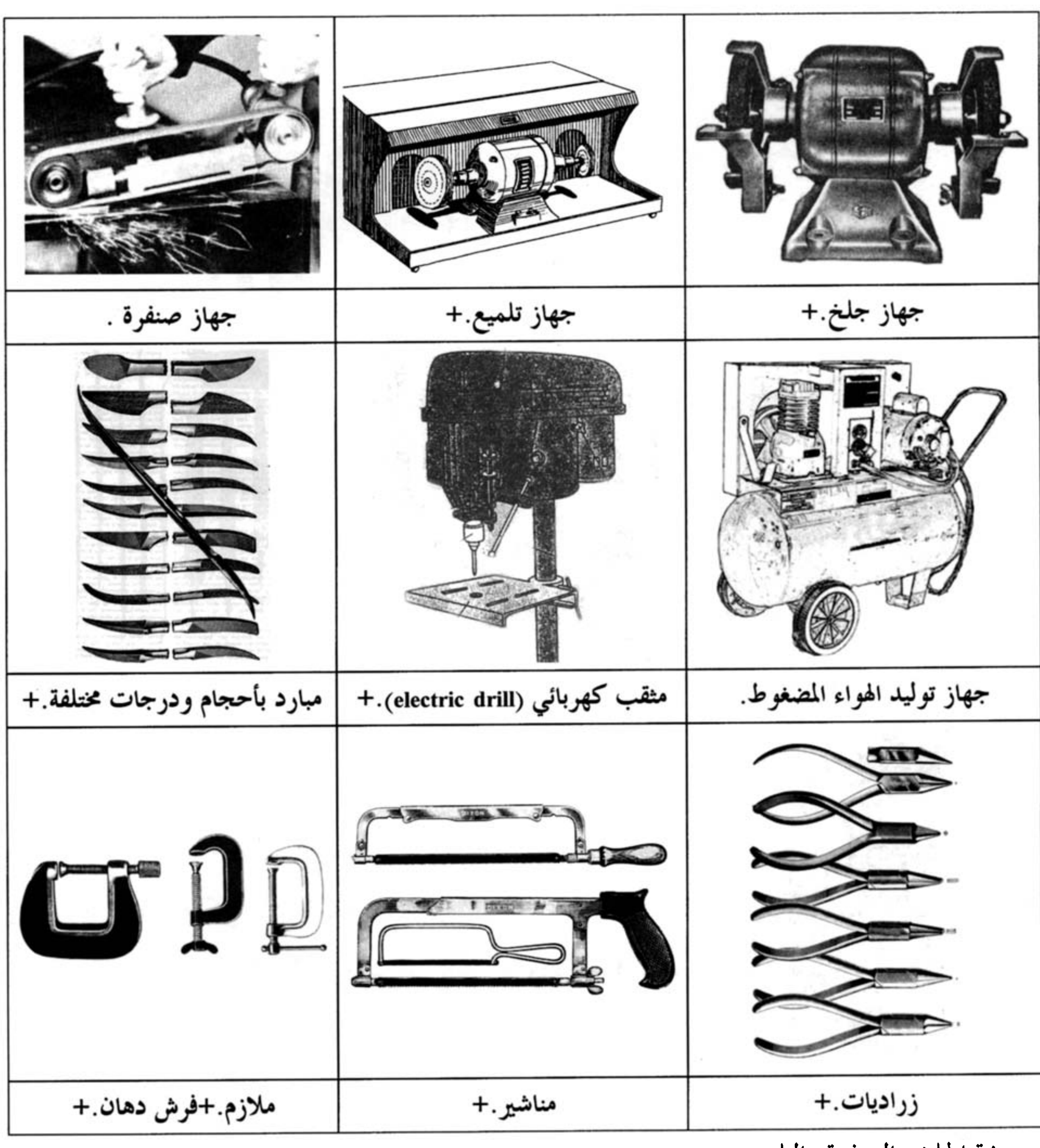


أدوات وعدد منطقة الأفران والمصهر

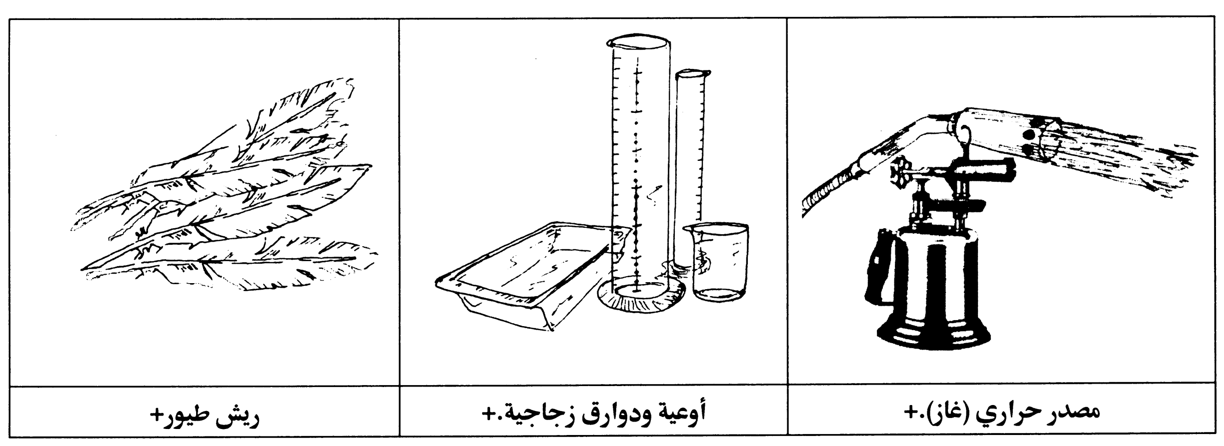


مصدر حراري (أكسيستلين او إستلين).+	قوالب"إنجات" لصب المعدن.	مغرفة حديدية لتنظيف المعدن من الشوائب بعد صهره.
مغرفة لوضع الصاهر في المعدن عند الصهر.	جاروف.shovel	ميزان لوزن المعادن والجص+

تابع أدوات وعدد منطقة الأفران والمصهر



ورشة الجلخ والسنفرة والتلميع



مصدر حراري (غاز).+	أوعية ودوارق زجاجية.+	ريش طيور+

عدد واجهزة منطقة الأحماض

وسائل السلامة والأمان

من الضروريات التي يهملها الكثير من المشتغلين في السبك اتباع أصول السلامة أثناء العمل. وفي أغلب الدول الصناعية تسن القوانين وتطبق عقوبات خاصة بالسلامة والأمن الصناعي في ورش العمل، وهنالك جهات خاصة تقوم بمراقبة الورش والمصانع لتطمئن على الالتزام بهذه القوانين. وللأسف تهمل الكثير من دولنا العربية هذا الجانب مما يتسبب في إصابات وخسائر إنسانية ومادية. وربما يعود سبب عدم حماس أصحاب الورش إلى الالتزام بوسائل السلامة إلى أن ثمن شراء المعدات والوسائل باهظ. ولكن من الثابت أن أي إصابة بالغة لأحد العاملين أو الورشة ستكلف في النهاية أضعاف ما تكلفه لوازم السلامة. ولتحقيق السلامة والأمان في مسابك المعدن نقترح ما يلي:

١- لسلامة مبنى المسبك يجب اختيار الخامات غير القابلة للاحتراق أو البطيئة الاحتراق على الأقل.

٢- وضع نظام لمكافحة الحريق بتركيب شبكة رش في سقف الورش، وتزويد الورش بمطافئ الحريق.

٣- يزود مبنى المسبك بمخارج للطوارئ مبينة بلوحات مضاءة لتسهيل الاستدلال عليها. ويفضل بالطبع عمل تدريبات بين الحين والآخر على الإخلاء السريع للمنطقة (fire-drill) وبالأخص في الورش التعليمية.

٤- الاهتمام بتهوية ونظافة المسبك حفاظا على صحة وسلامة العاملين.

٥- تزود الورش بصندوق للإسعافات الأولية ومحلول لغسل العين وتدريب العاملين على استعمالها.

٦- لبس القفازات الواقية أثناء التعامل مع أدوات أو مشغولات حادة.

٧- لبس النظارات والكمامات الواقية عند العمل بالجص أو أثناء صنفرة المعدن.

٨- ارتداء ملابس قطنية غير فضفاضة ، وأحذية جلدية خاصة بالسلامة في الورش (safety shoes) لحماية الأقدام من الإصبات.

٩- استعمال الملابس أو القناع الواقي من الحرارة الشديدة أثناء صب المعدن.

١٠- لتجنب الإصابات ، لا تحمل الأشياء الثقيلة بمفردك... اطلب المساعد أو استعمل الأجهزة المساعدة مثل الكرين أو الرافعات المختلفة.

١١- عليك بوقاية عينيك بالنظارات الواقية أثناء عملية اللحام ، لأن "الوقاية خير من العلاج".

التعامل مع الأحماض

لابد من اتخاذ الحيطة والحذر عند التعامل مع الأحماض. فبالإضافة إلى مراعاة أصول التخزين والتهوية في مناطق استخدام الأحماض، علينا أخذ كل احتياطات السلامة وعدم التهاون فيها؛ إذ إن الحوادث الكيميائية بالغة الخطورة. ومن احتياطات السلامة في التعامل مع الأحماض:

١- أن تكون الأحماض قريبة من المغاسل. كما يلزم عدم تصريف الأحماض المخففة في المغسلة إلا بعد تخفيفها بكمية كبيرة من الماء. ويستحسن أن تكون مواسير التصريف من البلاستيك المقاوم للأحماض.

٢- يجب لبس قناع واقٍ على الفم والأنف بمصفاة لتلافي أضرار البخار المنبعث من الأحماض.

٣- يجب لبس نضارة واقية (شفافة) لحماية العين من الأبخرة أو تطاير قطرات الحامض أثناء العمل.

٤- يجب استخدام الأسس الصحيحة في تخزين الأحماض في الأوعية والقناني الخاصة بذلك، وعدم استخدام الأوعية المنزلية أو قوارير الحليب البلاستيكية مثلا.

٥- يجب وضع وعاء رمل بالقرب من منطقة الأحماض وذلك لمنع انتشار الحامض إلى مناطق أخرى إذا اندلق على الأرض أو أي مناطق أخرى.

٦- تستخدم مواد تعمل على إبطال مفعول الأحماض مثل بايكربونات الصوديوم (Backing Soda) وهو عبارة عن مسحوق أبيض يقوم بإبطال مفعول الحامض بسرعة.

٧- يجب أن تكون أدوات غسل العين قريبة من منطقة الأحماض.

٨- يجب غسل اليد جيدا بالماء والصابون كل مرة بعد لمس الحامض. وغسل اليد ببايكربونات الصوديوم والماء بعد الانتهاء من التعامل مع الأحماض.

٩- يجب الحرص على احتياطات السلامة والأمان في الورش التعليمية وكتابة هذه التعليمات عند منطقة الأحماض ليراها الجميع.

١٠- الزم الهدوء وعدم الارتباك عند وقوع أي حادث لا سمح الله وتصرف بروية ولكن بسرعة مناسبة لتلافي تفاقم الخطر.

رموز الأخطار المتوقعة من الأحماض والاحتياطات الوقائية

الجدول التالي يبين بعض الأخطار التي تنجم عن الأحماض والاحتياطات الوقائية المطلوبة. العبارات التالية أدناه توضح اختصارا يكتب على العبوات التجارية على شكل (R4, S7) مثلا ، وذلك بناء على تصنيف السلامة الذي وضع عام ١٩٨٤م لأغراض النقل الآمن للمواد الكيميائية الخطرة، ولتوخي الحذر أثناء استلام وتسليم هذه المواد أو نقلها من مكان لآخر أو تخزينها أو العمل بها في المختبرات.

R	الخطورة المتوقعة (Risks)
١	مادة تنفجر وهي جافة.
٢	مادة تشتعل من الاهتزاز والاحتكاك.
٣	مادة سريعة الاشتعال من الاهتزاز أو الاحتكاك.
٤	تؤدي إلى تكوين مركبات معدنية متفجرة.
٥	التسخين قد يسبب الانفجار.
٦	مادة متفجرة حتى بدون أن تتعرض للهواء.
٧	قد تؤدي إلى حريق.

S	احتياطات الوقاية المطلوبة (Safety)
١	يجب أن تبقى مغلقة.
٢	أبق المادة بعيدا عن متناول الأطفال.
٣	أبق المادة في مكان بارد.
٤	أبق المادة بعيدا عن المناطق السكنية.
٥	تحفظ في ... (حسب إرشادات المصنع).
٦	تحفظ في ... (حسب إرشادات المصنع).
٧	أبق المادة مغلقة الإحكام.

R	الخطورة المتوقعة (Risks)
٨	اتصالها مع مادة قابلة للاحتراق قد يؤدي إلى حريق.
٩	تنفجر عند اتصالها بمادة قابلة للاحتراق.
١٠	مادة مشتعلة.
١١	مادة سريعة الاشتعال.
١٢	مادة شديدة الاشتعال.
١٣	غاز مسال شديد الاشتعال.
١٤	مادة شديدة التفاعل مع الماء.
١٥	أبق المادة بعيدا عن الحرارة.
١٦	تنفجر إذا اختلطت بمادة مؤكسدة.
١٧	مادة تشتعل تلقائيا في الهواء
١٩	قد تنتج بيروكسيدات متفجرة.
٢٠	استنشاقها مضر.
٢١	اتصالها بالجلد مضر.
٢٢	ابتلاعها مضر
٢٣	استنشاقها سام.
٢٤	اتصالها بالجلد سام.
٢٥	ابتلاعها يؤدي إلى التسمم.
٢٦	استنشاقها سام جدا.
٢٧	اتصالها بالجلد سام.

S	احتياطات الوقاية المطلوبة (Safety)
٨	أبق العبوة جافة.
٩	أبق العبوة في مكان جيد التهوية.
١٠	
١١	
١٢	لا تبق العبوة مغلقة.
١٣	أبق المادة بعيدا عن الطعام والشراب وأوعية تغذية الدواب.
١٤	أبق المادة بعيدة عن..(حسب إرشادات المصنع).
١٥	اتصالها بالماء ينتج غازات قابلة للاشتعال.
١٦	أبق المادة بعيدا عن مصادر الاشتعال كالتدخين.
١٧	أبق المادة بعيدا عن المواد القابلة للاحتراق.
١٩	
٢٠	تجنب الأكل والشرب أثناء الاستعمال.
٢١	تجنب التدخين أثناء الاستعمال.
٢٢	لا تستنشق غبار المادة.
٢٣	لا تستنشق غبار أو أبخرة أو... (اتبع إرشادات المصنع).
٢٤	تجنب اتصالها بالجلد.
٢٥	تجنب اتصالها بالعين.
٢٦	عند اتصالها بالعين أغسل بكمية وفيرة من الماء وأجر الإسعافات الأولية.
٢٧	تخلص حلا من جميع الملابس الملوثة.

R	الخطورة المتوقعة (Risks)
٢٨	شديدة السمية عند ابتلاعها.
٢٩	اتصالها بالماء ينتج أبخرة سامة.
٣٠	يمكن أن يكون شديد الاشتعال عند الاستعمال.
٣١	اتصالها بالأحماض يطلق أبخرة سامة.
٣٢	اتصالها بالأحماض يطلق أبخرة سامة جدا.
٣٣	خطورة تأثير تجمع الشحنات.
٣٤	مادة تسبب حروق.
٣٥	يسبب حروقا خطيرة.
٣٦	يهيج العين.
٣٧	يهيج الجهاز التنفسي.
٣٨	يهيج الجلد.
٣٩	تأثير غير عكسي irreversible خطير جدا.
٤٠	تأثير غير عكسي irreversible محتمل.
٤١	خطر حقيقي على العين.
٤٢	استنشاقها قد يؤدي إلى حساسية.
٤٤	ينفجر إذا سخن وهو مقفل.
٤٥	قد يسبب السرطان.
٤٦	قد يسبب عطل وراثي.
٤٧	قد يسبب علة في التنفس.

S	احتياطات الوقاية المطلوبة (Safety)
٢٨	عند اتصالها بالجلد اغسل بكمية وفيرة من ... (اتبع تعليمات المصنع).
٢٩	لا تتخلص من نفايات المادة في التصريف اليومي.
٣٠	لا تضف شيئًا إلى هذه المادة إطلاقا.
٣١	
٣٢	
٣٣	اتخذ الاحتياطيات من الشحنات الكهربائية الساكنة.
٣٤	تجنب الرج أو الاحتكاك.
٣٥	يجب التخلص من المادة وعبوهّا بطريقة آمنة.
٣٦	تلبس ملابس للحماية.
٣٧	تلبس قفازات مناسبة.
٣٨	تلبس كمامات واقية في حالة عدم كفاءة التهوية.
٣٩	يلبس الحجاب الواقي للوجه والعينين.
٤٠	اغسل الجدران والأوعية الملوثة بهذه المادة.
٤١	لا تستنشق الأبخرة المتصاعدة من المادة في حالة الحريق أو الانفجار.
٤٢	تلبس كمامات واقية مناسبة في حالة التبخر.
٤٤	
٤٥	عند حدوث أمر غير طبيعي وشعرت بعدم الارتياح اتصل بالطبيب.
٤٦	عند ابتلاع المادة اتصل بالطبيب في الحال وأظهر الملصق الذي على العبوة.
٤٧	لا تعرض المادة إلى حرارة أعلى من درجة

R	الخطورة المتوقعة (Risks)
٤٨	التعرض المستمر يؤدي إلى اعتلال خطير في الصحة.
٤٩	استنشاقها قد يؤدي إلى السرطان.
٥٠	سام جدا للأحياء المائية.
٥١	سام للأحياء المائية
٥٢	ضار بالأحياء المائية.
٥٣	قد يؤدي على المدى الطويل إلى آثار عكسية على البيئة المائية.
٥٤	مادة سامة للنباتات.
٥٥	مادة سامة للحيوانات.
٥٦	سام لكائنات التربة.
٥٧	سام للنخل.
٥٨	قد يؤدي على المدى الطويل إلى آثار عكسية على الجو المحيط.
٥٩	خطر على طبقة الأوزون.
٦٠	يتلف الخصوبة.
٦١	المادة قد تؤثر في الحمل.
٦٢	احتمال خطر إتلاف الخصوبة.
٦٣	الإضرار بالحمل.

S	احتياطات الوقاية المطلوبة (Safety)
	حرارة الغرفة.
٤٨	أبق المادة مبللة.. (حسب إرشادات المصنع)
٤٩	أبق المادة في العبوة الأصلية.
٥٠	لا تخلط المادة... (حسب إرشادات المصنع)
٥١	تستعمل المادة فقط في وجود تهوية جيدة.
٥٢	لا يحبذ استعمالها في المناطق الداخلية ذات الأسطح الكبيرة.
٥٣	تجنب التعرض للمادة (اقرأ التعليمات قبل الاستعمال).
٥٤	
٥٥	
٥٦	تخلص من المادة والعبوة في حافظات خاصة.
٥٧	استعمل حافظات خاصة لتلافي التلوث البيئي.
٥٨	
٥٩	اتصل بالوكيل أو المصنع لمعرفة معلومات لتدوير أو استرداد المادة.
٦٠	يجب التخلص من المادة و/ أو عبوتها في حافظات المخلفات الخطيرة.
٦١	يجب تجنب انتشار المادة في الهواء. استفد من الإرشادات الخاصة/ بطاقة السلامة.
٦٢	في حالة ابتلاع المادة لا تتقيأ: اتصل بالطبيب حالا ومعك العبوة أو الملصق.
٦٣	في حالة استنشاق المادة: ينقل المصاب إلى

R	الخطورة المتوقعة (Risks)
٦٤	المادة قد تؤذي الأطفال الرضع.
٦٥	ضار: قد يعطل الرئة في حلة ابتلاعه.
٦٦	تكرار التعرض قد يـــؤدي إلى جفـــاف أو تشقق في الجلد.
٦٧	الأبخرة قد تؤدي إلى دوار ونعاس.

S	احتياطات الوقاية المطلوبة (Safety)
	الهواء الطلق ليسترخي.
٦٤	في حالة ابتلاع المادة: يغسل الفم (ما لم يكن المصاب فاقد الوعي).
٦٥	
٦٦	

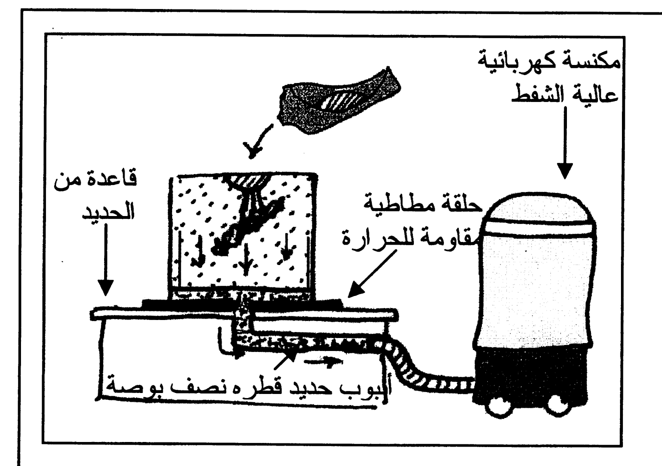
نقلا عن المصدر: محمد سالم محمد بكار(ترجمة وإعداد) قسم الكيمياء الحيوية- كلية العلوم- جامعة الملك سعود بالريـــاض.

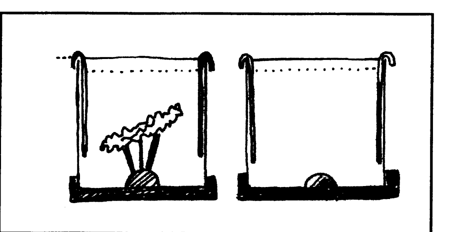
ملصق من إصدار لجنة الوقاية من التلوث الكيميائي. جامعة الملك سعود

ملاحظة الكاتب: نلفت الانتباه أن رموز الخطورة المتوقعة لا يوازيها الاحتياطات الوقائية المطلوبة في الجهة المقابلة (نفس الرقم)، بل إن هذه رموز خاصة بالسلامة عند التعامل مع الأحماض أو المواد الكيميائية.

اصنع بنفسك جهاز سبك بشفط الهواء

بأدوات بسيطة يمكنك عمل هذا الجهاز لاستخدامك الشخصي أو في مسبك تعليمي. كل ما تحتاج إليه هو قرص أو قاعدة من الحديد السميك، تثقب في المركز بقطر ١سم. يثبت في أسفل الثقب أنبوب من الحديد لا يزيد قطره عن نصف بوصة (انظر الرسم). يمكن تثبيت هذا الجهاز على صندوق، أو طاولة تسمح للأنبوب بالتدلي داخلها. يثبت خرطوم المكنسة الكهربائية في طرف الأنبوب وتوضع الحلقة المطاطية المقاومة للحرارة (يمكن شراءها من محلات بيع تجهيزات السبك). استعدادا لاستقبال البوتقة وصب المعدن بها.





ولإعداد الدورق تدلى عدد من الأسلاك بسمك ٢ ملم على حافة الدورق من الأعلى ممتدة إلى الربع السفلي للدورق (كما في الرسم). ويراعى ترك من ربع إلى نصف بوصة فارغا دون ملئه عند صب الجص في الدورق. تزال الأسلاك جميعا بعد جفاف الجص.



الشكل رقم (٤١). تمثال لأسد كان لجزء من نافورة يخرج من فمه الماء. الفن الإسلامي (ق ١١م). برونــز. متحــف اللوفر.



الشكل رقم (٤٢). لعبة على هيئة حصان وفارس. الهند. برونز، متحف الفن في الصناعة– كلكتا، الهند.

٤

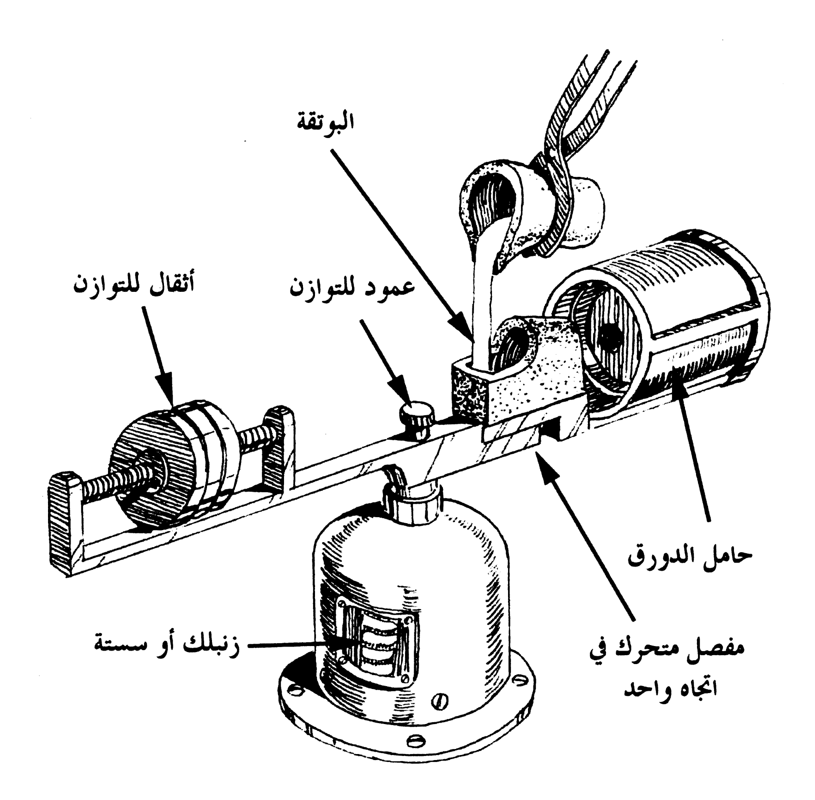
أجهزة سبك المعادن وأدواته

يقدم هذا الجزء وصفا لأجهزة السبك المختلفة وأنواعها واستخداماتها. كما يعرف بالأفران والمصاهر وأنواعها وأدوات تشكيل الشمع والمبارد على اختلاف أنواعها ووظائفها.

فيما سبق عرضنا أدوات وتجهيزات المسابك، وهنا سنحاول أن نسلط الضوء على الأجهزة الخاصة التي تستخدم في السبك.

جهاز الطرد المركزي

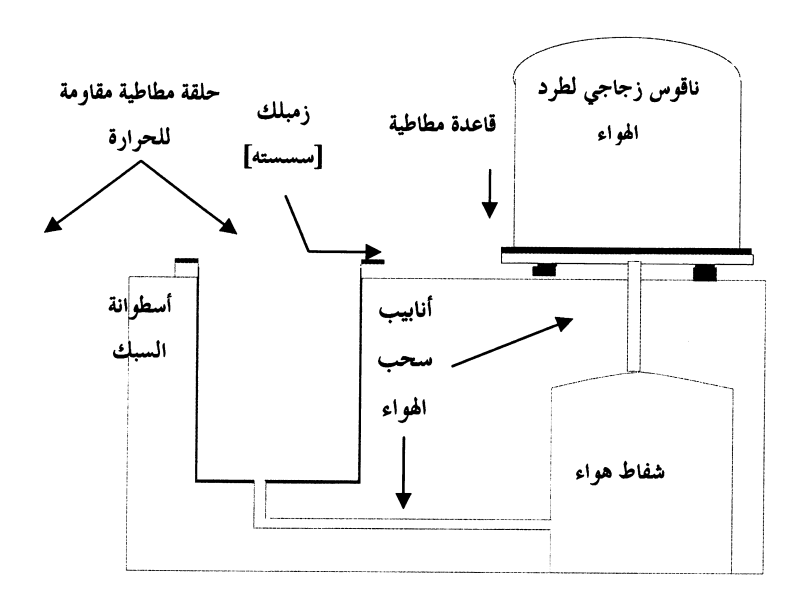
هناك عدة أنواع من هذا الجهاز تبعا للدولة والشركة المصنعة: فمنها أفقي الدوران، والرأسي. ولتقريب الصورة يمكن تشبيه هذا الجهاز بالمروحة (بذراعين فقط). فالنوع الأفقي يشبه مروحة الطائرات الحوامة (الهوليكابتر). أما النوع الرأسي فيشبه مروحة التبريد في أغلب أنواع السيارات. العنصر الأساسي في هذا الجهاز القضيب الذي يرتكز على محور في مركز الجهاز ويسمح للقضيب بحرية الدوران، ويحمل هذا القضيب البوتقة التي تحتوي على المعدن المصهور وأمامها الدورق من جهة، والأثقال لغرض التوازن من جهة أخرى. ويعتمد جهاز السبك بالطرد المركزي، كما يدل الاسم، على قوة الطرد من مركز الدائرة إلى المحيط والذي يؤدي إلى اندفاع المعدن المنصهر من البوتقة إلى الدورق.



الشكل رقم (٤٣). رسم توضيحي يبين جهاز السبك بالطرد المركزي وأجزاءه

جهاز السبك بالشفط

يعمل هذا الجهاز على توليد تيار من الهواء بواسطة شفاط يساعد على استقرار المعدن المصهور أثناء السبك في الشكل المحدد. وهو عبارة عن صندوق على شكل مكعب أو متوازي المستطيلات ويعلوه تجويف أسطواني متصل من الأسفل بجهاز شفط. وتستخدم (عادة) مع هذا الجهاز الدوارق المثقبة. وفي بعض الأحيان يصطحب هذا الجهاز جزء يخصص لطرد فقاقيع الهواء من الجص عند عمل قالب السبك. ويتكون هذا الجزء من قاعدة مطاطية موصلة بجهاز الشفط وترتفع عن سطح الجهاز من الزوايا الأربع بزنبلك (spring). وتغطى هذه القاعدة بناقوس من البلاستك الشفاف Plexiglas.



الشكل رقم (٤٤). رسم توضيحي يبين أجزاء جهاز السبك بالشفط.

مصادر الحرارة

هنالك عدد من الوسائل التي يمكن توظيفها للتسخين والصهر في السبك.

مشعل الإستيلين

يستخدم غاز الإستيلين عادة مع الأوكسجين في لحام المونة. ويستخدم الإستيلين بمفرده أيضا لصهر حبيبات المعدن التي تسخدم في السبك ويولد درجة حرارة أقل من مشعل الأكسجين، وأعلى من مشعل غاز البوتجاز (البروبين) المستخدم في أغلب الورش. وتتوفر أنابيب الإستيلين في الأسواق العربية بمقاسات مختلفة حسب الحاجة. والمشعل المخصص للإستيلين يختلف عن مشعل الغاز الطبيعي أو البروبين، إذ إن اختلاط الإستيلين مع الهواء يتم أثناء مرور الإستيلين في بداية أنبوبة المشعل من خلال ثقوب توجد في بداية المشعل بعد محبس التحكم.

مشعل الأكسيستلين (أكسجين/ إستيلين) .oxisetleen

كما أسلفنا فإن الأكسجين والإستيلين يستخدمان عادة في عمليات اللحام والقص في أغلب ورش المعادن والحدادة، وهما يستخدمان أيضا لصهر المعادن في السبك، إذ تصل الحرارة التي نحصل عليها من مشعل الأكسيستلين إلى ما يقارب ٣٣٠٠ درجة مئوية (٦٠٠٠° ف).

ويستخدم هنا مشعل خاص في مؤخرته توصل خرطوما الأكسجين (الأحمر) والإستيلين (الأخضر) ويمكن التحكم بمقدار أي من الغازين من خلال محبسي التحكم.

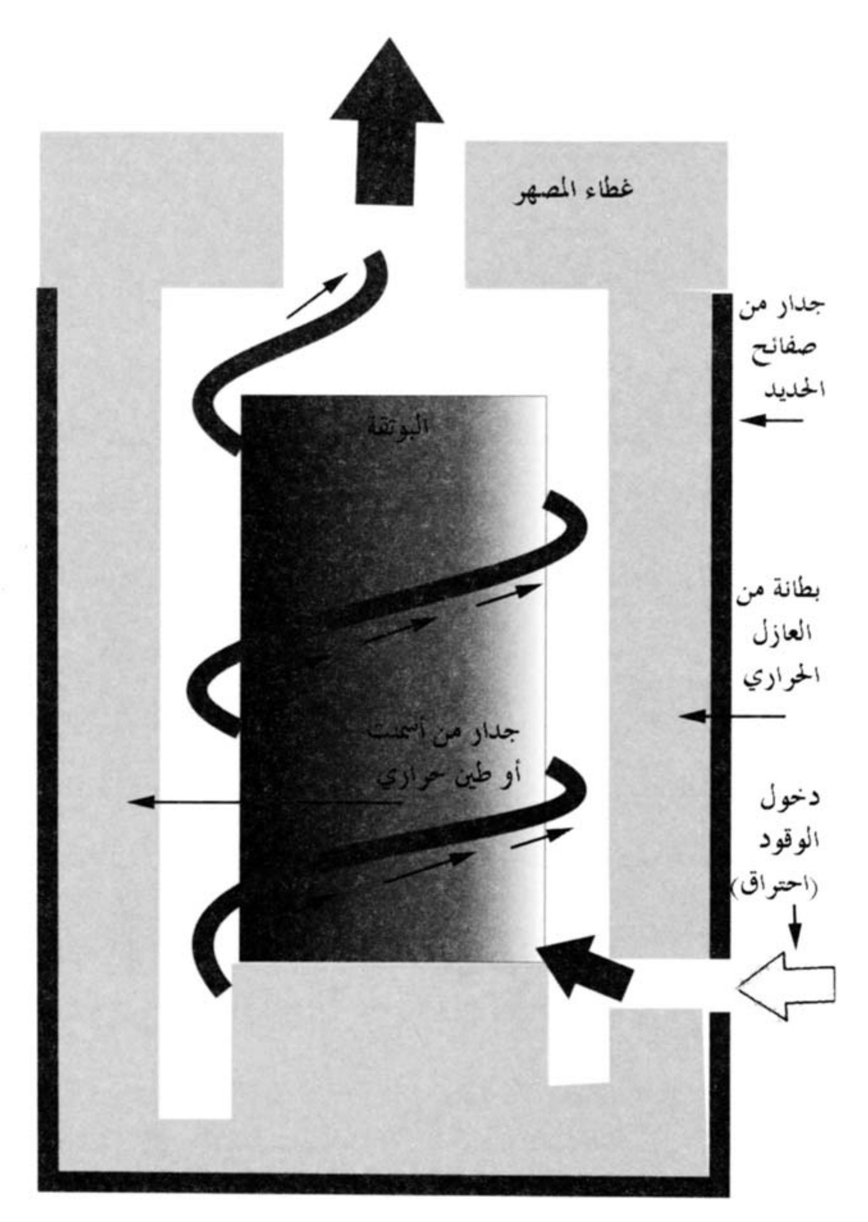
المصهر الصغير

هذا النوع من المصاهر يعمل بالكهرباء، ومتوفر في الأسواق لدى محلات بيع أدوات الصياغة. ويستخدم لصهر كميات صغيرة من المعدن تصل في بعض الأحيان إلى ثلاثة كيلوجرامات.

المصهر الكبير

وهو عبارة عن شكل أسطواني من الحديد مبطن من الداخل بمواد عازلة للحرارة، ويليهما بناء أسطواني مصنع من طينات حرارية مقاومة للحرارة العالية أو مواد إسمنتية مشابهة. ويستخدم الغاز الطبيعي والهواء كوقود في هذا النوع من المصاهر. ويصهر المعدن في بوتقة من الجرافايت (graphite) وتخصص بوتقة لكل نوع من المعادن. ويمكن الهاوي أو الطالب تصنيع هذا النوع من المصاهر إذا توفرت الخامات الأساسية (من الأفضل شراء البوتقة).

ويوضع المصهر إما تحت سطح الأرض (في حفرة تبطن بالأسمنت المقاوم للحرارة) وذلك لتسهيل رفع البوتقة من المصهر، أو يتم وضعه فوق سطح الأرض لسهولة المراقبة ونقل المصهر من مكانه وحفظه. ويحتاج هذا النوع من المصاهر لتهوية جيدة إذا استخدم في الداخل. كما أنه يصدر صوتا عاليا، مما يجعل استخدام المصهر الكهربائي (المصهر الصغير) أفضل في الفصول الدراسية.



الشكل رقم (٤٥). توضيحية تبين أجزاء المصهر الكبير الذي يعمل بالغاز والهواء.

أدوات تشكيل الشمع

الظفر: يمكن شراء الأدوات الخاصة بأطباء الأسنان (من محلات بيع الأدوات الطبية) وأسعارها معتدلة نوعا ما، أو يمكن استخدام أدوات التشريح. ويمكن طلب بعض الأدوات القديمة من طبيب أسنانك، إذ جرت العادة على تغيير أدوات التنظيف بالذات كل فترة. وهذه العدد تأتي في أشكال متعددة منها ما هو على شكل خطاف، أو ملعقة صغيرة أو مغرفة.

المبارد والمناشير: يفضل استخدام المبارد الخاصة بالشمع، وهي مبارد مجزورة من الجهتين وليس لها مقابض، كما أن نشارة الشمع لا تلتصق بها، وتستخدم فقط مع أنواع الشمع القاسية. ويمكن استخدام المبارد المخصصة للمعادن بدلا من مبارد الشمع. وللقص تستعمل المناشير الدقيقة (منشار الصائغ) المعروفة بالمنشار الدوار والمستخدمة في أشغال المعادن والصياغة.

السراج: يستخدم السراج ذو الفتيل لتحمية الظفر وتشكيل الشمع. ويستخدم الكحول أو الكيروسين كوقود (لا ينصح باستخدام الكيروسين في الفصول الدراسية لأنه يحدث دخانا أسود) ويمكن استخدام الشموع أو وقود متوفر بديلا لذلك.

قدر تسييح الشمع: يستخدم العاملون في المسابك قدرا تعمل بالكهرباء يسيح فيها الشمع ويبقيها في حالة سائلة وبدرجة الحرارة المناسبة حسب الاحتياج. ولمعرفة درجة حرارة الشمع تستخدم أداة قياس درجة الحرارة "ثرموميتر".

الأفران هنالك أفران خاصة لطرد الشمع (في طرق السبك بالشمع المطرود) ويستخدمها المتخصصون وخاصة المسابك الكبيرة؛ لأنها توفر على المسبك صرفيات الوقود، وتسمح بإعادة استخدام الشمع مرة أخرى. أما المشتغلون في الصياغة والورش التعليمية فيكفيهم استخدام فرن حريق الفخار والذي يعمل بالكهرباء لطرد الشمع متى ما توفرت فيه إمكانية تدريج الحرارة والتحكم بها.

ولا بد من الإشارة إلى مغبة استخدام أفران الخزف المستخدمة في حريق الطلاءات الزجاجية أو المينا لطرد الشمع؛ إذ إن الكربون الذي يحدث أثناء الحريق يلتصق بجدار الفرن ويتساقط ثانية عند حريق الطلاء الزجاجي أو المينا مخلفا بقعا خضراء. إضافة إلى هذا فإن الأفران المخصصة لحريق الشمع تكون أرخص ثمنا.

دوارق السبك في الطرد المركزي والشفط

وهي عبارة عن أنابيب أسطوانية من الحديد بمقاسات مختلفة يتراوح قطرها بين البوصة الواحدة حتى أربع بوصات، وارتفاع يصل إلى ست بوصات. وتستخدم هذه الدوارق في السبك بطريقة

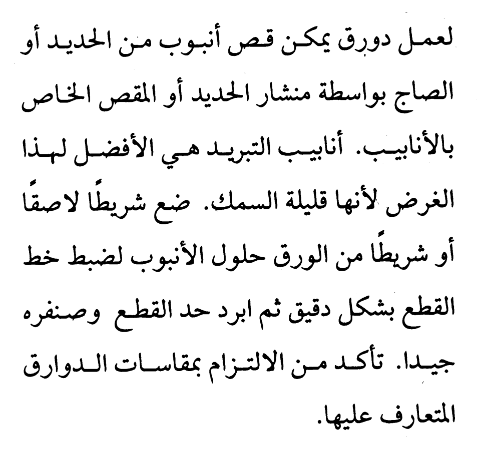
الطرد المركزي. وهنالك نوع آخر من الدوارق يستخدم في السبك بجهاز الشفط وهي عبارة عن أنابيب مثقبة ذات شفة حول محيط الأسطوانة من الخارج وتنزل من فوهة الدورق حوالي ٢ سم تقريبا.

ويمكن عمل دوارق السبك من الأنابيب الحديدية المستخدمة في توصيل المياه، ولكن بسبب سمك هذه الأنابيب تستهلك وقتا أطول من الدوارق المصنعة خصيصا لذلك. كما يمكن استخدام العلب الأسطوانية المعدنية المستخدمة في المعلبات (يجب ألاَّ تُستخدم العلب المصنعة من الألمنيوم)، ولكنها لا تتحمل الاستخدام المتكرر (تستخدم عادة لمرة واحدة ومن ثم ترمى). ومن محاسن شراء الدوارق الخاصة بالسبك أنها تباع مع الأغطية المطاطية الخاصة بها والتي تسهل تثبيت النموذج أثناء صب الجص في الدورق (سيتم شرح الخطوات لاحقا). أما دوارق جهاز الشفط فيفضل شراؤها إن أمكن ؛ إذ إن تصنيعها ربما يكلف أكثر من شرائها.

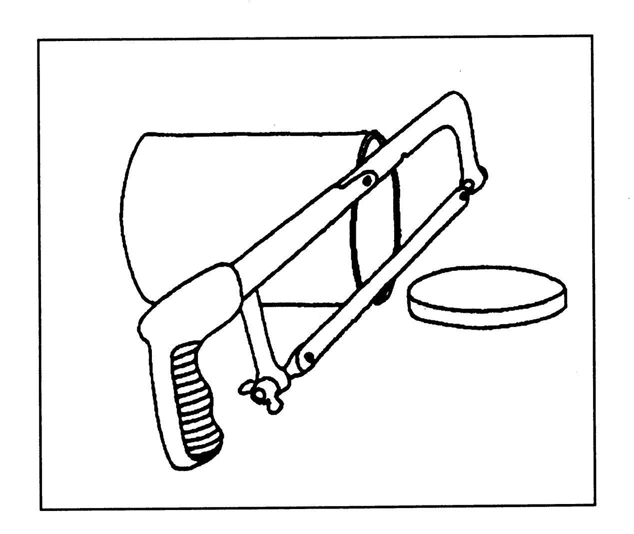


الشكل رقم (٤٦). الدوارق المستخدمة في السبك بالطرد المركزي والسبك بجهاز الشفط.

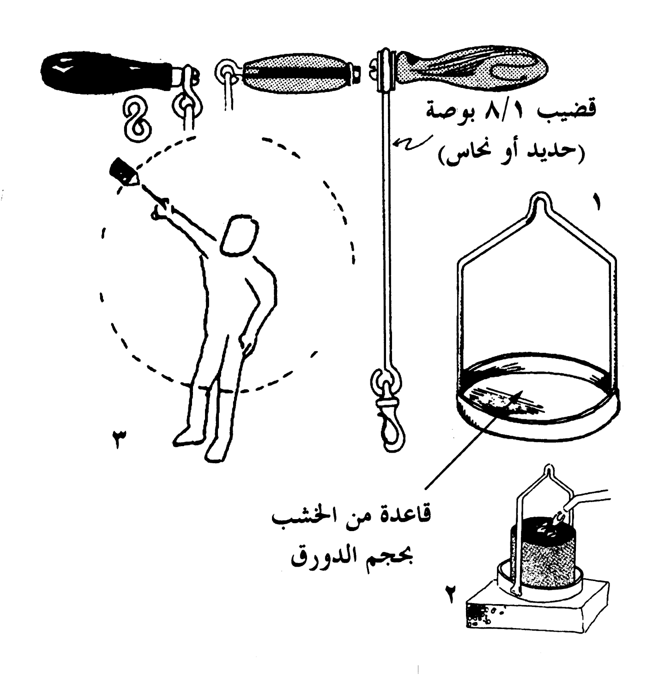
اصنع بنفسك



لعمل دورق يمكن قص أنبوب من الحديد أو الصاج بواسطة منشار الحديد أو المقص الخاص بالأنابيب. أنابيب التبريد هي الأفضل لهذا الغرض لأنها قليلة السمك. ضع شريطًا لاصقًا أو شريطًا من الورق حلول الأنبوب لضبط خط القطع بشكل دقيق ثم ابرد حد القطع وصنفره جيدا. تأكد من الالتزام بمقاسات الدوارق المتعارف عليها.



تستخدم هذه الطريقة قوة الطرد المركزي لإجراء السبك. يمكنك تصنيع الجهاز بنفسك من قضيب بسمك ثمن بوصة يصنع منه العلاق والمقبض (موضح في الرسم). أما القاعدة فيمكن أن تكون من الخشب المبطن بالصفيح، ويمكن استخدام أغطية القوارير للدوارق الصغيرة. يوضع الدورق بعد طرد الشمع منه على قاعدة من الفحم أو الطوب الحراري، ويصهر المعدن في تجويف فتحة السبك، وعندما ينصهر المعدن يشبك العلاق في المقبض. يلوح به بشكل دائري وبسرعة وباتجاه دوران الساعة. عندها يندفع المعدن إلى داخل الدورق بفعل قوة الطرد المركزي. ولا بد من الحذر واتباع احتياطات الأمن والسلامة.



٥

معادن السبك وخصائصها

تتيح تقنية السبك العمل بأغلبية المعادن، ولكن بعضها أنسب من البعض الآخر نظرا لخصائصها التي تتناسب مع التطبيقات العامة للمسبوكات. وتقسم المعادن بالعادة إلى نوعين: المعادن الحديدية؛ وأهمها الحديد والفولاذ والذي يتفرع منه أنواع كثيرة، ولن نتعرض في هذا الكتاب لسبك المعادن الحديدية لأنها تحتاج إلى إمكانيات قلما تتوفر للفنانين أو طلبة الفنون أو الهواة، كما أن استخدامات الحديد في الأعمال الفنية المسبوكة نادر. النوع الثاني من أنواع المعادن هو المعادن اللاحديدية- وهي موضوع هذا الكتاب- وتنقسم هذه إلى ثلاثة أصناف: المعادن الثمينة كالذهب والفضة والبلاتين، والمعادن الأساسية مثل النحاس الأحمر والألمنيوم والرصاص والزنك والقصدير والنيكل والأمونيوم، وأغلب هذه المعادن تدخل في تكوين نوع ثالث من المعادن يسمى السبائك المعدنية (alloys) ومنها النحاس الأصفر والبرونز، والبيوتر، كذلك يخلط الذهب مع معادن أساسية للحصول على أنواع الذهب وقيراطاته، وكذلك الفضة الإسترلينية الناجمة عن خلط الفضة بالنحاس الأحمر.
وفي هذا الجزء نعرض لأهم الخواص لهذه المعادن وتكويناتها...

ومن أهم الخصائص التي يجب معرفتها عن المعادن اللاحديدية هو أن الأغلبية العظمى منها تنتقل من حالة الليونة وقابليتها للتشكيل إلى حالة القساوة وصعوبة التشكيل عند تعرضها للطرق أو السحب أو الالتواء. ولإعادة الليونة يحمى المعدن إلى درجة حرارة معينة أو حتى يحمر (ليس بالضرورة في كل المعادن)، ومن ثم يترك حتى يبرد أو يبرَّد بوضعه في الماء أو الحامض (النتريك المخفف أو السلفوريك المخفف) وتعرف هذه العملية بـ "التخمير" أو "التحمية". ولكن طبيعة المعادن اللاحديدية وتركيبها الكيميائي يتركها في حالة القساوة بعد سبكها.

وفيما يلي بعض المعادن اللاحديدية وخصائصها بشكل موجز:

الذهب: من أهم المعادن الثمينة وأكثرها شهرة واستخداما. يعود اكتشاف الإنسان لهذا المعدن للحضارات الأولى بعد اكتشاف النحاس، ولقلة وجوده في الطبيعة ولخصائصه الجيدة أصبح دليلا على الثراء والقوة على مدى العصور. ويعد الذهب من أثقل المعادن وزنا بعد الرصاص والزئبق وهو مقاوم للتآكل والأكسدة (يتأكسد الذهب المضاف إليه معادن أخرى ولكن من السهل تنظيفه). كما أن الذهب في هيئته النقية قابل للتشكيل بدرجة مذهلة؛ إذ يمكن طرقه حتى يصل إلى رقائق بسمك الورق الشفاف، ويمكن سحب سلك يمتد لعدة أميال من أنصة واحدة فقط من الذهب الحر (أنتركت، ص:٧). ولا يستخدم الذهب النقي (عيار ٢٤) في إنتاج الحلي وذلك لليونته لذلك تضاف إليه معادن أخرى لتقويته، وتملي نسبة الذهب عيار الذهب. فعلى سبيل المثال: ذهب عيار ١٨ يحتوي على ٧٥ في المائة من الذهب و ٢٥ في المائة من معادن أخرى حسب نوع الذهب، أما عيار ٢١ فنسبة الذهب فيه تصل الى ٧٠و٥٠ في المائة. ويمكن بالطبع سبك الذهب بطريقة الشمع المطرود ولكن لارتفاع سعره يستخدم لعمل المسبوكات الصغيرة التي لا يمكن إنتاجها بالذهب بطرق أخرى.

الفضة: يعد هذا المعدن بعد الذهب حلية الفقراء ممن لا يستطيعون اقتناء الذهب، ومع ذلك فإن الفضة قد لعبت دورا كبيرا في زخرفة المعادن وتزويقها في الفنون الإسلامية وفي الحضارات التي سبقت. وتحتل الفضة المرتبة الثانية بعد الذهب أيضا في الطواعية عند التشكيل. وقد استخدمت الفضة لفترة طويلة في عمل الحلي التقليدية في المجتمعات القبلية والبدائية في مناطق شتى من العالم كالبدو في شبه الجزيرة العربية وبادية الشام وصحراء سيناء والنوبة، والمجتمعات القروية في بلدان المغرب العربي والقبائل التقليدية في القارة الإفريقية والسكان الأصليين في القارة الأمريكية (الهنود الحمر). ومن سبائك الفضة ما يعرف بالفضة الإسترلينية وهي عبارة عن ٩٢,٥٪ من الفضة الحرة و٧,٥٪ من النحاس الأحمر. وللفضة أيضا استخدامات أخرى كالتصوير وعمل الأسنان الاصطناعية وتدخل في تصنيع بعض أجزاء الحاسب (الكمبيوتر). ولاعتدال سعره فإن استخداماته في السبك مرضية حيث يعطي نتائج جيدة في مجال المصوغات والنماذج الصغيرة. وتباع الفضة لأغراض السبك على هيئة حبيبات صغيرة.

البلاتين: معدن أبيض قاسٍ يستخدم في الحلي وخاصة مع مجوهرات الألماس والأحجار الكريمة، كما يخلط مع الفضة والذهب، ويوظف في تطعيم الزخارف (على هيئة رقائق) بدلا من الفضة لمقاومة البلاتين للأكسدة، ويستخدم أيضا مسبوكا.

النحاس الأحمر: هو أول معدن اكتشفه الإنسان في بلاد مابين النهرين ومنها انتقل إلى مصر. وقد أتاح اكتشاف النحاس لإنسان الحضارات القديمة معرفة المبادئ الأساسية لاستخراج المعدن من الصخور وسبكه في أشكال مختلفة. وقد أعطت الحضارة المصرية القديمة اهتماما بتصنيع البرونز الذي هو خليط بين النحاس والقصدير خلفت منه أعمالا فنية ذات جودة وجمال متميزين. وقد أعطى البرونز لفن النحت شخصيته المميزة بين الفنون التشكيلية الأخرى بداية من عصر النهضة الأوروبية. ومن النحاس الأحمر يصنع النحاس الأصفر وأنواعه المختلفة وذلك بإضافة نسبة من الزنك.

ويحتل النحاس اليوم نفس المكانة ويستخدم في شتى مجالات الصناعة والفنون سواء كنحاس أو كمعادن من مشتقاته. فهو موصل جيد للحرارة والكهرباء لذلك استخدم في تصنيع أسلاك الكهرباء وأواني الطهي. كما أن المشتغلين بالمعادن يفضلونه لسهولة تشكيله وتلميعه وتلحيمه. ومن الميزات غير المستحبة في النحاس أن مادة سامة تتكون على سطحه وخاصةً عندما يتأكسد؛ لذلك تطلى الأواني المصنوعة من النحاس بطبقة من القصدير.

الرصاص: معدن أبيض اللون ولين وقابل للتشكيل والصهر بسهولة. وقد استخدمه المصريون القدماء في الطلاءات الخزفية الزجاجية والرومان في تصنيع أنابيب الصرف. وقد استمر استخدام الرصاص في الطلاءات الزخرفية وفي الدهانات المنزلية حتى تأكدت الأضرار الجسيمة للرصاص على الصحة العامة والبيئة. ولا يزال الرصاص من المعادن المهمة لمقاومته للتآكل في الأحوال الجوية العادية، وتحت الأرض. ويستخدم الرصاص في تصنيع لحام الإلكترونيات واللحام اللين وذلك لانخفاض درجة انصهاره (هناك لحام لين خالٍ من الرصاص). ولا يزال الرصاص هو المادة المفضلة في أشغال الزجاج المعشق، كما أن الأواني الزجاجية المحتوية على نسبة من الرصاص مقاومة للحرارة في الأفران المنزلية. ولا ننسى أن أجود أنواع الكريستال يحتوي على نسبة من الرصاص.

ولزيادة قوة التحمل يضاف ما نسبته ١-٤٪ من الأنتموني (antimony) إلى الرصاص (أنتركت، ص: ١٩). ويمكن بالطبع سبك الرصاص بطريقة الشمع المطرود ولكن طريقة السبك بالرمل تتناسب أكثر مع الرصاص، وحفاظا على صحتك يفضل إيجاد بدائل للرصاص في عمليات السبك كالألمنيوم مثلا.

القصدير: عرف القصدير منذ الحضارة الرومانية حيث استخدمه الصفارون آنذاك لطلاء أواني النحاس. والقصدير لا يتفاعل مع الأحماض الطبيعية الموجودة في الطعام فهو معدن جيد للاستخدام في أواني الطهي، إلا أن القصدير بمفرده ليس بتلك القوة التي تتحمل الاستخدام اليومي الدائم، لذلك يطلى به النحاس الأحمر وأواني المعلبات الحديدية، ويخلط مع النحاس لإنتاج البرونز. والقصدير معدن لين ولامع وسهل التشكيل، إذ يمكن فرده في رقائق بسمك الورق، وهذا ما دعا الكثير من الناس إلى إطلاق اسم "رقائق القصدير" خطأ على "رقائق الألمنيوم" التي تباع في محلات التموينات الغذائية. كما أنه لا يتأكسد من جراء الرطوبة لفترة طويلة وحتى عندما يتأكسد فإن تلميعه سهل (بمادة تلميع أو بالصنفرة). ومما يتميز به القصدير أنه لا يصير قاسيا أثناء العمل به، بل إنه يصبح أكثر طواعية كلما تم العمل به؛ لذلك فهو معدن جيد للسبك (لطباعة شكل من قالب مكون من سالب وموجب).

ولأغراض السبك في المطابع تستخدم سبيكة مكونة من القصدير والنحاس والأنتيموني والرصاص ينتج منها قالب يستخدم في الطباعة المباشرة. ويمكن أيضا استخدام السبيكة المذكورة في إنتاج أعمال فنية بارزة أو نافرة (ريليف). ومن القصدير يصنع البيوتر(٩١٪ قصدير، ٧٪ أنتيموني و ٢٪ نحاس) الذي يستخدم في سبك النماذج والتذكاريات الصغيرة. وهنالك سبيكة أخرى مكونه من نسبة ٩٢٪ من القصدير و ٨٪ من الانتيموني تستخدم لعمل بعض انواع المصوغات المسبوكة. كذلك يخلط القصدير بنسبة ٩٥٪ مع ٥٪ من الأنتيموني للحصول على لحام لين خالٍ من الرصاص.

احذر من الرصاص فإنه معدن سام...
معدن الرصاص من المعادن المهمة التي ساهمت في تطور فنون المعادن عبر التاريخ الطويل للحضارة الإنسانية، ولكن من الثابت علميا أن الرصاص معدن سام وضار بصحتك وصحة البيئة المحيطة. وقد وجدت الأبحاث الطبية أن الرصاص يسبب العقم ويؤثر على الجهاز العصبي خاصة عند التعرض للأبخرة المنبعثة من عملية الاحتراق.

الزنك: هو معدن أبيض من النادر استخدامه كمعدن مستقل بل إن أغلب استخداماته في إنتاج معادن مشتقة أخرى. وأشهر هذه المعادن التي يدخل الزنك في تركيبها هو النحاس الأصفر. ولمقاومة الزنك للأكسدة في الأحوال الجوية العادية فإنه يطلى به الحديد والفولاذ لحمايتهما من الصدأ. كما يستخدم الزنك في سبك أجزاء محرك السيارات، ويدخل في تصنيع الدهانات المقاومة للصدأ.

الألمنيوم: معدن أبيض ناصع خفيف الوزن يستخرج من الباوكسيت والذي يوجد بكثرة في مناطق شاسعة من العالم، ولكن استخلاص الألمنيوم من الباوكسيت يتطلب طاقة كهربائية كبيرة؛ لذلك تسعى بعض الدول لإعادة تصنيع الألمنيوم وصهره مرة أخرى وإعادة استخدامه وتسمى هذه العملية "التدوير" (recycling). والألمنيوم موصل جيد للحرارة والكهرباء؛ لذلك يستخدم في تصنيع الكابلات الكهربائية وأواني الطهو. كما أنه سهل التشكيل؛ لأنه لا يصير قاسيا أثناء العمل كالمعادن الحديدية الأخرى، ومقاوم للتآكل والصدأ. ويمكن تلوين الألمنيوم باستخدام التيار الكهربائي والصبغات الملونة.

وتخلط سبائك الألمنيوم لاستخدامات مختلفة. فالسبيكة المستخدمة للسبك تتكون من الألمنيوم والسليكا والمغنيزيوم ومعادن أخرى. وأفضل الطرق وأكثرها استخداما لسبك الألمنيوم هي السبك بقالب الرمل، كما تستخدم القوالب الحديدية وقوالب الجص لإنتاج المسبوكات. ولسبك الألمنيوم بطريقة معينة يجب استخدام السبيكة الخاصة بها ذلك أن الألمنيوم المستخدم في عمل إطارات الأبواب والنوافذ يجعلها تنكمش بسرعة عند صهرها وسبكها مرة أخرى؛ لذلك فشراء سبائك الألمنيوم الخاصة بالسبك أو خلط سبيكة في المسبك هو الحل لهذه المشكلة.

النيكل: معدن أبيض صلب ومقاوم للتآكل والصدأ ولكنه معدن غير محبذ بين المشتغلين بالسبك بسبب البقع السوداء التي تظهر على سطح المسبوكة منه. إلا أن النيكل يستخدم في أعمال الصياغة ويدخل في عمل طلاء النيكل الكروم والفضة الألمانية (نيكل+نحاس أحمر).

حقائق رقمية عن المعادن اللاحديدية

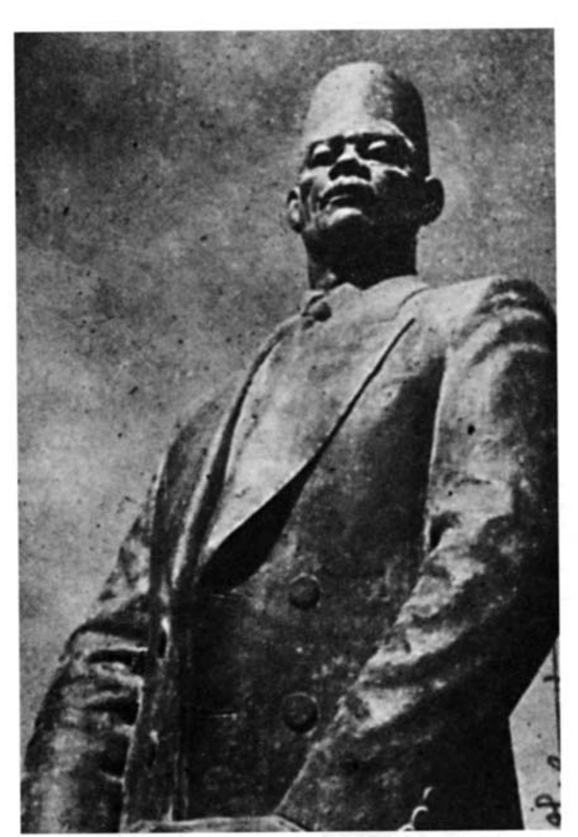
اسم المعدن درجةالغليان	رمزه الكيميائي	وزنه الأوتمي	الجاذبية الخاصة	درجة الانصهار	
الذهب ٥٣٨٠/٢٩٧٠	Au	197,2	,٣٢١٩	١٠٦٣م ١٩٤٥،٤ف	
الفضة	Ag	107,88	10,50	960/1760,9	2210/4010
البلاتين	Pt	195,23	21,45	1773,5/3224,3	4330/8185
النحاس الاحمر	Cu	63,54	8,96	1083/198,4	2595/4703
الرصاص 1740/3/60	Pb	207,22	11,3437	327,35/621,3	1740/3160
القصدير	Sn	118,70	7,2984	231,90/449,4	2270/4120
الزنك	Zn	65,38	7,131	419,4/787	909/1663
الالمنيوم	Al	26,97	2,703	660,2/1220,4	2060/3740
النيكل	Ni	58,69	8,9	1445/2651	2730/4950

ا لسبائك

مكوناته والنسبة

نحاس/ذهب/فضة/قصدير/زنك/رصاص/نيكل/بلاتين

اسم المعدن				الاستخدامات
النحاس أصفر: هنالك أنواع عديدة من النحاس الأصفر نذكر منها				
معدن تذهيب	٩٥	٥		صياغة (للطلاء بالذهب بعد التصنيع)
نحاس اصفر أحمر	٨٥	١٥		صياغة إكسسوارات (حلي ملابس)
نحاس مصفر	٦٥	٣٥		التشكيل بالساخن، زخارف العمارة
البرونز	٩٠-٩٨	٢-١٠ (نسبة ضئيلة من الفسفور)		سبك
فضة النيكل	٦٢	٥	٣٣	حلي، معالق وشوك (يطلى بالكروم)
الذهب الابيض	٧٥		٢٥	حلي
الذهب الاخضر	٦٠-٧٠/٣٠-٤٠			حلي، أسهل في التشكيل
الذهب الاصفر	x	x	x	لكافة استخدامات السبك والتشكيل



الشكل رقم (٤٧). السيد مرسي صادق.تمثال سعد زغلول (١٩٤١م). برونز. بنها- مصر.



الشكل رقم (٤٨). محمد السليم. نافورة الدلال العربية (مخطط). (تم تنفيذ نسخ من المجسم بالبرونز في عدد من المدن السعودية).



الشكل رقم (٤٩). محمد السليم. المبخرة السعودية (أثر تذكاري). برونز.

٦

السبك بالشمع المطرود
LOST-WAX CASTING

تعد هذه الطريقة من أكثر طرق السبك استخداما في مجال الصياغة والنماذج الصغيرة. وقد استخدمها الحرفيون في الحضارات القديمة لإنتاج الحلي والتحف من شتى الأحجام، وفيما خلفته حضارات مابين النهرين والحضارة المصرية القديمة أدلة على ما وصل إليه الفنان من براعة في توظيف هذه الطريقة. وورثت الحضارات الغربية (اليونانية والرومانية) هذه الطريقة عن الشرق وواصلت تطويرها حتى وصلت إلى أوجها في الفترة الكلاسيكية من الحضارة اليونانية ثم ورثت الحضارات الأخرى هذه التقنية ولكن لم يطرأ الكثير من التغيير على هذه الطريقة في السبك حتى يومنا هذا...

وتتلخص هذه الطريقة في تشكيل العمل بالشمع أو عمل نسخة من الشمع للمعمل الأصلي (من قالب)، ومن ثم يغطى النموذج الشمعي بالطين أو الجص. وعندما يجف القالب يطرد الشمع بتسخين القالب في الفرن. وبطرد الشمع يترك مكانه فراغا هو بمثابة الشكل السالب من العمل الأصلي، بعد ذلك يسكب المعدن المصور ليشغل الفراغ الناجم عن طرد الشمع مكونا الشكل الموجب للعمل. ولإخراج الشكل المسبوك من القالب الجصي يكسر القالب بعد أن يبرد المعدن. وهنالك عدة تقنيات يوظف بها الشمع المطرود وهي موضوع أغلب فصول هذا الكتاب، إذ سنتعرض لتقنية السبك بالطرد المركزي، والسبك بجهاز الشفط، والسبك باستخدام الجاذبية.

وإنتاج النسخة الأصلية "المنحوتة" أو "الحلية" يختلف من فنان لآخر لأن كل فنان له طريقته الخاصة وخاماته في إنتاج العمل. و يمكن إنتاج العمل المجسم بواسطة التشكيل المباشر بخامة طيعة

كطينة الصلصال أو أي خامة مشابهة ، وهنا يقوم الفنان بتغيير وتطويع الخامة باليد ضغطا أو دفعا ، وبمساعدة أدوات أخرى قطعا ، أو إضافة ، أو لإظهار تفاصيل محددة. ويمكن للفنان إنتاج العمل بواسطة "الإزالة" أو "النحت" من الخامة كالحجر والخشب مثلا مستخدما أدوات حادة كالأزاميل والمطارق والمناشير. ومن خامات "الإزالة" التي تستخدم في الصياغة الشمع القاسي الذي يستخدم لعمل الخواتم والحليات المنحوتة. والطريقة الثالثة من طرق إنتاج المجسمات هي طريقة البناء وتستخدم فيها الخامات التي يمكن تجميعها لتكوين وحدة العمل كالحديد والبلاستيك أو الأخشاب وخامات متنوعة أخرى ، وللفنان هنا حرية تطويع الشكل ببنائه خطوة خطوة حتى يكتمل. وليس هنالك حدود فاصلة بين هذه الطرق ، بل إن أغلب الفنانين يستخدم مزيجا بين الطرق التي ذكرناها ، وتقود بعضهم طرق التجريب إلى ابتداع طرق جديدة لاستخدام الخامات ، والبعض الآخر قد يصل إلى توظيف خامات جديدة أو غير مألوفة في أعمالهم الفنية. والمجسمات إما أن تلبس كالحلي ، أو تحمل كالميداليات ، أو تعلق كالأعمال النحتية المعلقة ، أو تقف على قاعدة لنراها من كل الاتجاهات ، أو أن تعلق على جدار لنراها من جهة واحدة. ومهما تعددت الطرق والأغراض فإن فن المجسم يعتمد بشكل أساسي على تطويع عنصري الكتلة والفراغ.

ويمر العمل بعدة مراحل تختلف حسب كل طريقة من الطرق السابقة في السبك.

وبشكل عام فإن العمل الفني يمر بالمراحل التالية :

١- إعداد النموذج.

٢- عمل قالب الصب.

٣- طرد الشمع.

٤- سكب المعدن.

٥- تهذيب العمل وإخراجه إخراجا نهائيا.

وسنسلط الضوء بشكل عملي على هذه المراحل عند عرض طرق السبك. ولكن نرى من المفيد الآن تقديم عرض لبعض الأسس التي ربما ستسهل للمبتدئ فهم خطوات العمل عند التنفيذ. ومهما بذلنا من جهد في توضيح هذه المبادئ فإن التجربة هي أحسن معلم.

إعداد النموذج

بعد أن يفرغ الفنان من إنتاج العمل الأصلي تبدأ المرحلة الأولى من إنتاج العمل بالمعدن وهي إعداد نموذج أو نسخة من الشمع مطابقة للعمل الأصلي. ويستخدم المشتغلون بالسبك لتحقيق ذلك طرقا ووسائل عديدة. وتعد القوالب من أهم الطرق المستخدمة في عمل نماذج الشمع من المجسات النحتية، إذ تتيح القوالب المستخدمة في مجال سبك المعادن للفنان إنتاج الأعمال النحتية المعدنية المجوفة، بينما لا تحتاج الحلي والنماذج الصغيرة للقوالب في أغلب الأحيان؛ إذ إنها عادة ما تكون مصمتة تشكل مباشرة بالشمع. والقوالب المطاطية توظف في بعض الأحيان لإنتاج نسخ مصمتة من العمل الأصلي في الصياغة والتحف الصغيرة. كما يقوم بعض الفنانين بغمس الأشكال الطبيعية كورق الشجر والحشرات- على سبيل المثال- في الشمع السائل لصعوبة عمل قوالب لها بالطرق المتاحة للفنان، وبعد ذلك يتم التعامل معها كنموذج من الشمع.

القوالب

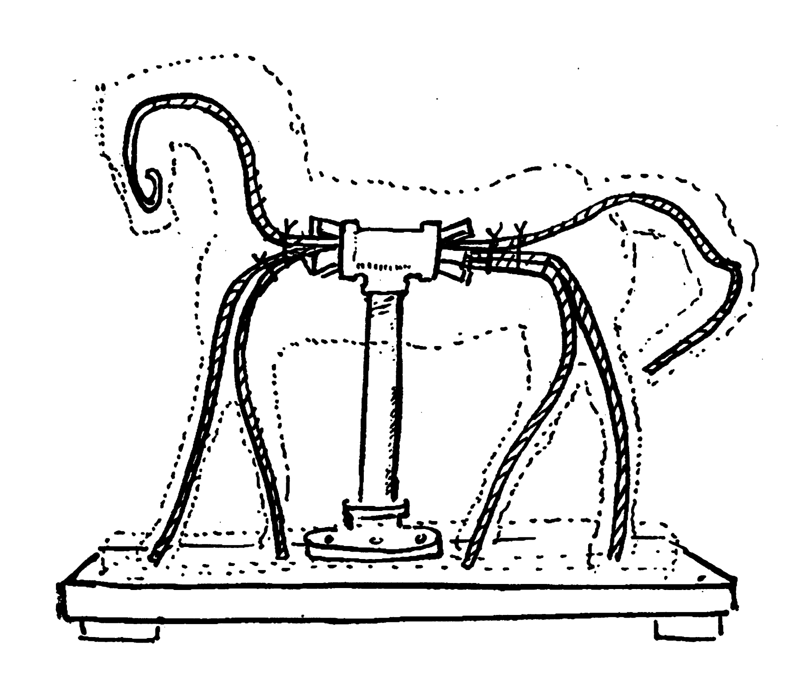
يعد تحضير القالب الخطوة الأولى من مرحلة إعداد النموذج الشمعي. وتستخدم القوالب، ليس فقط لإنتاج نسخ أو نماذج متعددة من العمل الأصلي، بل إن أغلب النحاتين يقومون بعمل النسخة الأصلية من خامات أسهل تشكيلا كالطين، أو الجص، أو الخشب، أو حتى الفلين لعمل قالب وإعداد نموذج مفرغ من الشمع. وفيما يلي بعض الطرق التي تستخدم لعمل القوالب:

عمل قالب من الجص إذا كان المجسم من الطين الطري:

يفضل طلبة الفنون تشكيل المجسم بطينة الفخار أو "البلاستسين" [Plastiseen] وهي عجينة بلاستيكية يستخدمها الأطفال في تشكيل المجسمات وتبقى طرية لفترة طويلة جدا. ففي مثل هذه الحالة يتلف العمل الأصلي أثناء عمل القالب، ولكن من خصائص هذه الطريقة أنها تعطي نتيجة مضمونة؛ إذ إن من أهم المراحل الحرجة في عمل القوالب هي فصل القالب عن العمل، وهذه الطريقة تتيح لمستخدمها ذلك بسهولة. ويتم استخدام العمل الأصلي مرة واحدة؛ إذ إنه عادة ما يتلف أثناء عمل القالب.

ويمكن توضيح طريقة العمل في الخطوات التالية :

١- يشكل العمل بالطين أو البلاستسين، ويمكن في هذه الحالة استخدام هيكل [armature] من الخشب أو المعدن للمحافظة على الشكل وثباته أثناء العمل. وكالعادة تعبأ المناطق التي بها قطع إلى الداخل [undercut]، وتوضع اللمسات النهائية على العمل.undercut] ، وتوضع اللمسات النهائية على العمل.



الشكل رقم (٥٠). هيكل من الحديد يبنى عليه الشكل النحتي.

٢- من الخطوات المهمة لنجاح هذه المرحلة من العمل هي تقسيم القالب لعدة أجزاء. ومن المعروف أنه كلما قلت أجزاء القالب كلما سهل التعامل معه في الخطوات التي تليها. وعادة ما يقسم الشكل إلى نصفين، ولكن في بعض الحالات لابد من تقسيم القالب إلى أكثر من ذلك وبالأخص عندما يكون الشكل معقدا. وللوصول إلى حل مناسب لتقسيم القالب يُدرس النموذج جيدا قبل الشروع في الخطوات التالية. وبعد اتخاذ القرار ترسم الخطوط الفاصلة بين الأجزاء على سطح النموذج، و يبنى جدار يساوى سمك القالب (٢ سم أو أكثر) من شرائح طينية (صلصال)، ويمكن استخدام صفائح رفيعة من المعدن أو البلاستيك (فواصل) تغرز في جسم النموذج مكونة الجدار

المطلوب. ففي حالة استخدام جدار الصلصال يجب إزالة الصلصال من بين كل جزء وآخر عند الانتهاء من بناء كل جزء من أجزاء القالب. أما عند استخدام الفواصل المعدنية أو ما شابه فيمكن ملء كل الأجزاء وترفع الفواصل بعد جفاف الجص تماما.



الشكل رقم (٥١). الفواصل الحديدية واستخدامها في تقسيم القالب.

٣- تخلط الكمية المحددة من الجص لكل مرحلة من مراحل بناء القالب وذلك بوضع كمية من الماء الفاتر في إناء بلاستيكي أو مطاطي (الماء الساخن يعجل تصلب الجص) وذلك لسهولة إزالة الجص من الإناء بعد الصب (سلطانية أو ما شابه ستؤدي الغرض). ومن أهم المبادئ التي يجب اتباعها أثناء خلط الجص هي إضافة الجص للماء وليس العكس (تستخدم الطريقة الأخيرة في عمل عجينة الدقيق). وتعتمد نسبة الماء للجص فمزج ١٠٠ جزء وزني من الماء مع ١١٠ أجزاء وزنية من الجص تجعل الجص هشا ومساميا بعد الجفاف. بينما إذا وصلت كمية الجص إلى ١٤٠ جزءا مع نفس الكمية السابقة من الماء فإن المنتوج يكون قليل المسام ثقيل الوزن. ولكن سرعة جفاف هذه النسبة ربما تجعله

غير مناسب لبعض الأشكال ذات الأجزاء المتعددة. أما النسبة التي ينصح بها لعمل القوالب فهي ١٠٠ جزء من الماء إلى ١٣٠ جزءا من الجص. وعلى كل حال فإن أغلب العاملين في مجال السبك لا يعطون الاهتمام الأكبر لهذه النسب بل يستندون إلى خبراتهم السابقة أثناء الخلط. ومن الطرق التي أثبتت نجاحها في تحديد نسبة الجص المطلوبة أن ينثر على سطح الماء باليد أو من خلال منخل ويترك المسحوق حتى ينغمس تحت الماء. تكرر هذه العملية حتى يصل السائل إلى التشبع حيث يبقى بعض الجص جافا لا يتشبع بالماء.

ملحوظات مفيدة

لتحديد كمية الماء والجص المطلوبة لملء مساحة معينة ينصح باتباع الخطوات التالية :

- تحسب قيمة الفراغ المطلوب ملؤه (إما بقياس دقيق أو تقريبي).
- تحدد كمية الماء الكافية لملء هذا الفراغ باتباع المعادلة التالية :

كمية الماء = القيمة الفراغية × ٥ ÷ ٧

إذ إن ١٠٠ سم مكعب من الماء يحتاج إلى حوالي ١٢٠ أو ١٣٠ جراما من الجص.

٤- يخلط الجص بكف اليد لتأكيد امتزاج الماء تماما بالجص، وهذه العملية يجب أن تتم بسرعة لأن الخليط سيبدأ بالجفاف (حوالي ٥-٨ دقائق في جو الغرفة العادي).

٥- أثناء القيام بهذه العملية تتكون فقاعات من الهواء في الخليط، وفي هذه المرحلة يفضل التخلص منها. وهنالك عدة طرق للتخلص من فقاقيع الهواء منها :

أ) يضرب جدار الإناء الذي به الخليط باليد أو بعود من الخشب لهز وخلخلة الجص مما يدفع فقاقيع الهواء إلى السطح. ويمكن إحداث هذه الذبذبات بوضع الإناء على طاولة والطرق على سطح الطاولة بمطرقة مطاطية.

ب) باستخدام جهاز طرد الهواء بالذبذبات إذ يحدث هذا الجهاز ذبذبات صوتية تخلخل الهواء في الخليط فتندفع فقاقيع الهواء إلى السطح.

ج) ويمكن كذلك استخدام جهاز طرد الهواء بالشفط وهو جهاز ملحق في أغلب الأحيان بجهاز السبك كما ذكرنا سالفا. وللحصول على أفضل النتائج تتبع الخطوات التالية :

د) تمسح القاعدة المطاطية بفوطة أو قماش مبلل.

هـ) يوضع الإناء في مركز القاعدة ويغطى بالناقوس.

و) يشغل جهاز الشفط ويراقب الإناء في هذه الأثناء حتى تبدأ الفقاقيع في الطفو على سطح الخليط، ثم يوقف الجهاز (تتوقف عملية الشفط) ويرفع الناقوس. (لم نطرد فقاقيع الهواء من الجص.. هل هذا سيؤدي إلى فشل القالب تماما؟!)



الشكل رقم (٥٢). وضع طبقة من الجص بالفرشاة لالتقاط التفاصيل الدقيقة في النموذج الشمعي.

٦- للتأكد من التقاط التفاصيل الدقيقة تستخدم فرشاة لوضع طبقة رفيعة من الجص على السطح وعلى الأخص في المناطق التي بها تفاصيل دقيقة، وتتم هذه العملية في البداية. تغطى منطقة العمل بالجص بسمك ٣سم تقريبا وبشكل منتظم قدر المستطاع (لاحظ أن العمل مقسم لعدة أجزاء).

٧- تزال الفواصل بعد أن يجف الجص تماما ومن ثم توضع في المناطق الفاصلة بين الأجزاء الأخرى. ويجب ألا ننسى وضع مادة عازلة (مثل الصابون الدهني أو الشحم البترولي [الفازلين]) بين كل جزء وآخر قبل وضع الجص، وهذا سيسهل فصل أجزاء القالب عن بعضها.

٨- بعد إتمام تغطية جميع أجزاء النموذج تتاح الفرصة لتسوية الجدار الخارجي للقالب باستخدام شريحة من المعدن. يترك القالب ليجف تماما ومن ثم تفصل أجزاؤه. ويجب الحذر والتمهل عند فصل الأجزاء عن بعضها لأن التعجل ربما يؤدي إلى كسر القالب.

عمل قالب من الجص إذا كان النموذج من مادة صلبة

في أغلب الأحيان يفضل النحاتون العمل بخاماتهم التي يرتاحون لها كالخشب، أو الجص، أو البلاستيك، الطين. وبعد إتمام المنحوتة بهذه الخامة يعمل قالب لإنتاج نسخة من المعدن من نفس العمل. وتستخدم هذه الطريقة لعمل نسخ متعددة أو محدودة من المنحوتة أو لإرسال العمل إلى مسبك متخصص لإنتاج نسخة معدنية منه تحت إشراف الفنان صاحب العمل.

ليس هنالك فروق كبيرة بين خطوات العمل لإنتاج قالب من نموذج طيني وإنتاج قالب لعمل نسخة من مادة صلبة. والسر في نجاح عمل القالب في الحالة الثانية هو استخدام المواد العازلة المناسبة دون إتلاف النسخة الأصلية والحصول على نسخة مطابقة للأصل. ومن المواد العازلة المستخدمة كثيرا في عمل القوالب:

١- الورنيش varnish : ويستخدم عادة على السطوح الملساء كالمعادن والخزف المزجج. ويطلى سطح المشغولة بطبقة رقيقة من الورنيش وتستخدم فرشاة ناعمة لذلك، وبعد الجفاف تطلى بطبقة أخرى. ويترك الورنيش حتى يجف تماما، ثم يقسم السطح لعدة أجزاء ويتم عمل القالب بالجص بنفس الطريقة التي ذكرناها في عمل القالب من النموذج الطيني. وبعد الانتهاء من عمل القالب يزال الورنيش بالتربنتين.

٢- الصابون الدهني oil soap : وهو صابون سائل يؤدي هذا النوع من الصابون نفس غرض الورنيش ولكنه أسهل عند إزالته، ويوجد في الأسواق المحلية للاستخدام المنزلي (هذا النوع من الصابون يختلف عن الصابون المستخدم في جلي الأطباق) كما يوجد منه أنواع مخصصة لعمل القوالب.

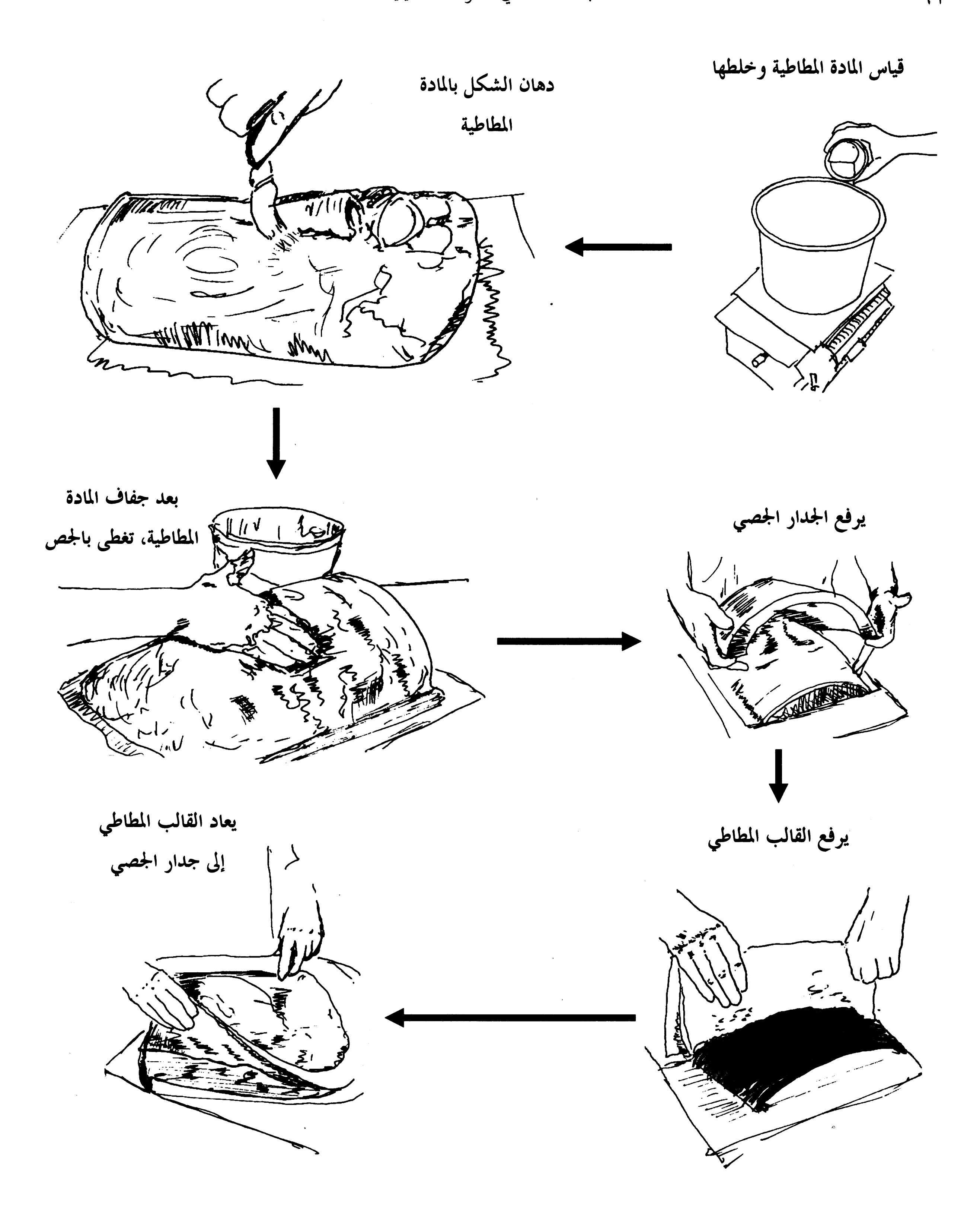
٣- الشحم البترولي (فازلين) يستخدم الفازلين كعازل في الكثير من الورش الدراسية ؛ لوفرته وسهولة الحصول عليه من الصيدليات أو حتى محلات التموينات الغذائية، وهو يشبه الشحم المستخدم للمحركات، ولكن لا لون له ولا رائحة. ويدهن سطح العمل بطبقة رقيقة من هذا الشحم ويبقى طريا دائما مما يساعد على فصل القالب عن العمل الأصلي. ومن الملاحظ أن بعض المبتدئين يضعون طبقة سميكة من الشحم، مما يخفي بعض التفاصيل ويغير من ملامس السطوح.

٤- الشمع: المقصود بالشمع هنا تلك المعاجين التي تستخدم في تلميع السيارات والأرضيات الخشبية، إذ تدهن المشغولة بطبقة رقيقة من الشمع وتمسح بخرقة (قطعة قماش) من القطن للتخلص من الشمع الزائد. ويتم إزالة الشمع بعد الانتهاء من صب القالب بالتربنتين أو الثنر.

٥- الزيوت المستخدمة في الطبخ: هنالك العديد من الأنواع التي تباع في الأسواق سواء الزيوت النباتية أو الحيوانية، فهي تصلح كعازل إذا لم تتوفر المواد العازلة التي ذكرناها سالفا. كما يمكن استخدام الزيوت التي تباع في بخاخ تستخدم في الطبخ أيضا. وكذلك زيوت المحركات تصلح كبديل إذا لم تتوفر زيوت الطبخ ولكنها خطرة في بعض الأحيان.

قالب الجص ذو الوجه الواحد

يستخدم هذا النوع من القوالب لعمل الميداليات ذات الوجه الواحد أو الزخارف البارزة التي تعلق على الجدار أو حبات الأبواب والأثاث. ويقوم الفنان عادة بحفر الشكل السالب على طوبة أو بلاطة سميكة من الجص. وللتأكد من الوصول إلى النتيجة المطلوبة تضغط كمية من الطينة الزيتية (plasticine) في الحفر وترفع للحصول على شكل موجب. بعد الحصول على النتيجة النهائية، تغمس طوبة الجص في الماء لطرد الهواء المحبوس بين الجص، ويجفف السطح ثم يدهن أو يصب على السطح شمع سائل. عندما يبرد الشمع يرفع من القالب ويهذب. ويمكن عادة الحصول على حوالي ١٠-١٥ نسخة من هذا القالب.



الشكل رقم (٥٣). طريقة إعداد قالب الباليورثين.

القوالب المطاطية

يستخدم هذا النوع من القوالب في المسابك المتخصصة ؛ لأنها تضمن نسخ جميع تفاصيل العمل، علاوة على أن مدة احتفاظها بالتفصيل أطول بكثير من الجص. وبشكل عام هنالك نوعان من القوالب المطاطية وهما :

قالب الليتكس latexes

وهو عبارة عن طلاء بلاستيكي يباع في المحلات المتخصصة في عبوات تصل إلى جالون. ولعمل القالب تتبع الخطوات التالية :

١- يوضع العازل على سطح المشغولة وكذلك القاعدة التي يقف عليها العمل.

٢- يغطى السطح كله بطبقة من الليتكس باستخدام فرشة الدهان.

٣- يترك الليتكس حتى يجف (تتراوح فترة الجفاف من ١٢-٢٤ ساعة تقريبا) ثم يدهن بطبقة ثانية. وتكرر هذه العملية حتى عشرة وجوه. ويمكن وضع طبقة من الشاش بعد الطبقة الخامسة، ومن ثم الاستمرار حتى الوجه العاشر. وفي نهاية المطاف نحصل على قالب من المطاط يحيط بالمنحوتة.

٤- بعد أن يجف الطلاء تماما (يترك لمدة ٤٨ ساعة على الأقل إذا كان الجو جافا)، ويقسم الغطاء المطاطي بقلم تحديد مقاوم للماء (permanent marker) إلى عدة أجزاء لتحديد عدد قطع القالب.

٥- تقام الجدران الفاصلة بين أجزاء القالب من شرائح الصلصال. ومن ثم يبنى القالب من الجص حسب المعتاد. ووظيفة الغطاء الجصي في هذه الحالة أن يكون بمثابة جدار ساند للقالب المطاطي ليحافظ على الشكل ويمنع التواءه وتشوهه أثناء العمل.

٦- بعد أن يجف القالب تمامًا تفصل الأجزاء عن بعضها. ويقص القالب المطاطي حسب المخطط المحدد في الخطوة (٤) وذلك باستخدام المشرط، ثم توضع أجزاء القالب المطاطي مع ما يوازيها من الأجزاء الجصية.

عمل قالب من مادة الباليوريثين

هي مادة بلاستيكية طيعة كالمطاط تتكون بخلط محلولين بنسب معينة، فالمحلول هو الأساس resin)) أما المحلول الثاني المجفف hardener)) فيساعد الخليط على الجفاف. وهنالك بعض الشركات

التي تقوم بإنتاج الباليوريثين لاستخدامات متعددة بإضافة مواد أخرى تجعلها أكثر مطاطية أو أكثر سماكة. ويمكن عمل القوالب من مادة الباليوريثين بنفس الطريقة التي تستخدم في قوالب الليتكس أو يمكن صبها على الشكل بنفس الطريقة التي تنتج بها قوالب المطاط الأسود. (black taffy) ومن المشكلات التي تظهر عند استخدام الباليوريثين أنها لا تجف إلا إذا كان الجو المحيط بها باردا (أقل من ٢٥درجة مئوية)، كما أنها تتأثر بالرطوبة فيجب عدم صب الماء على القالب.

القالب المطاطي الأسود (black taffy)

هذا النوع من القوالب يشبه إلى حد كبير قوالب الليتكس ولكنه يصب صبا على العمل المراد نسخه. وتتكون المادة المطاطية من محلولين، و لاحتوائهما على الرصاص فإن بعض المسابك امتنعت عن استخدام هذا النوع من القوالب.

ولتحضير القوالب بهذه الطريقة يمكن إتباع الخطوات التالية :

١- توضع المنحوتة على لوح من الخشب أو البلاستيك ويحدد حول قاعدتها بقلم تحديد ثابت على سطح اللوح. والغرض من هذه الخطوة معرفة موقع العمل عند صب المادة المطاطية في الخطوة السادسة.

٢- يغطى سطح المشغولة تماما بطبقة من شرائح الصلصال بسمك سنتمترين اثنين. وفي أعلى نقطة في المنحوتة يقام شكل أسطواني صغير من الصلصال ليشكل فتحة الصب التي سيصب منها المحلول المطاطي، ويتراوح قطر هذه الفتحة في النهاية بين ٢-٣ سنتمرات تقريبا. كما يقام جدار يقسم القالب إلى جزئين. والغرض من تغطية العمل بالصلصال هو أن المادة المطاطية ستحل مكان الغطاء الطيني في الخطوة السادسة من هذا الشرح.

٣- يبنى الجزء الأول من القالب بالجص كالعادة، ومن ثم يبنى الجزء الثاني. ومن الضروري استخدام العازل بين نصفي القالب، وهذا القالب الجصي هو عبارة عن قشرة تسند القالب المطاطي وتحدد سماكته في الخطوات التالية، وعندما يتصلب القالب تماما يحدد حول القالب بقلم تحديد إذا ما كنا سنحتاج لمعرفة مكان القالب عند صب المادة المطاطية في الخطوة السادسة.

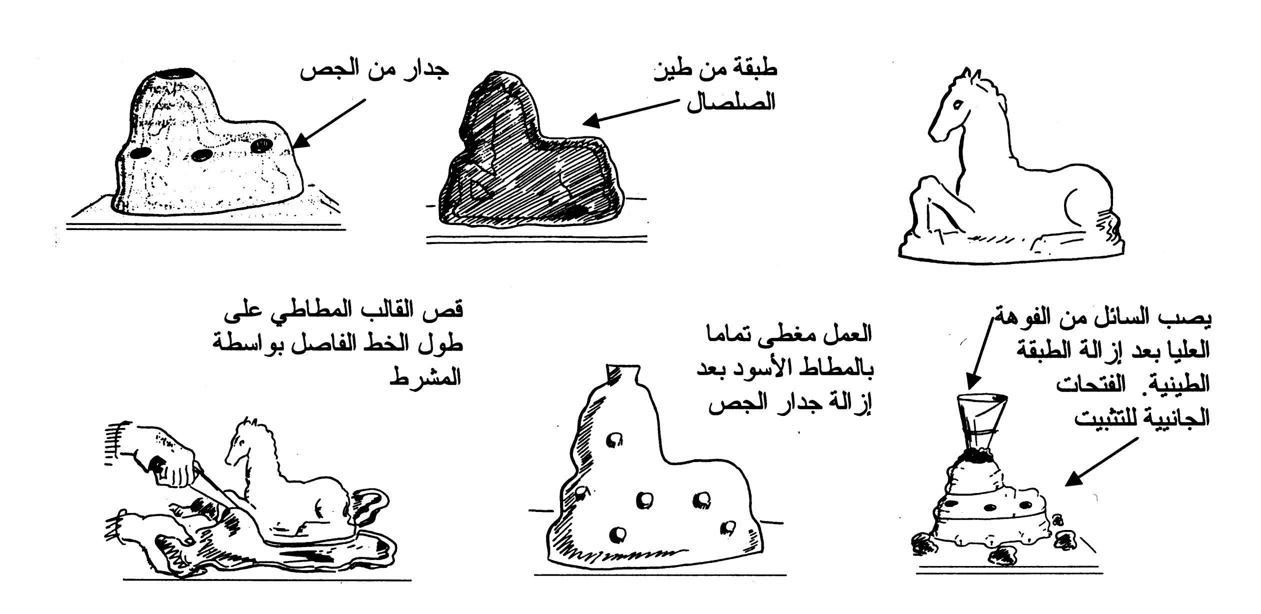
٤- يفك القالب الجصي ويترك في الهواء الطلق ليجف تماما وتزال طبقة الصلصال من على سطح العمل. وتوضع المادة العازلة على العمل الأصلي (يحبذ استخدام الصابون الزيتي أو الشمع أو الورنيش كعازل) بعد تنظيفه تماما من بقايا الصلصال، ويترك العازل بعد ذلك حتى يجف. كما يطلى قالب الجص من الداخل بالمادة العازلة لتجنب التصاقه بالمادة المطاطية.

٥- تحضير المادة المطاطية: ربما تختلف الأصناف والعلامات التجارية من منتج لآخر حسب المواد التي تدخل في التصنيع، فعليك قراءة الإرشادات جيدا قبل البدء في الخلط حتى لو كنت قد خلطت نفس المنتج أو شبيهه من قبل، وإذا كانت الإرشادات بلغة أجنبية ليس لك تمكن منها فمن الأحسن الاستعانة بمن له دراية بذلك. ويفضل في بعض الأحيان تقصي الطريقة الفضلى في التحضير من صاحب المحل الذي اشتريت منه المنتج؛ إذ إن أغلب محلات بيع العدد والمعدات الصناعية الآن على علم بالمنتجات التي يبيعونها في أغلب الأحيان. كما يجب إتباع إرشادات السلامة عند تحضير الخليط. ولتجنب التبذير في المواد الخام تخلط الكمية الكافية لإنجاز العمل حسب النسبة التي يوصي بها المصنع. ويجب ملاحظة تاريخ انتهاء صلاحية المنتج قبل استخدامه، والزمن الافتراضي بعد فتح العلبة، إذا إن بعض المنتجات تحدد مدة قصوى لعمر المنتج بعد فتحه واستخدامه للمرة الأولى. وتستلزم بعض المنتجات أوعية من خامة معينة كالبلاستيك أو الزجاج أو غير ذلك فعليك استخدام ما يوصى به. وتذكر دائما أنك تتعامل مع مواد كيميائية ربما لها تأثير في صحتك وصحة الآخرين أو لها أضرار على البيئة فيجب اتخاذ الاحتياطات الضرورية لحماية نفسك ومن يحيط بك.

٦- يوضع العمل في مكانه الذي تم تحديده في الخطوة الأولى، كذلك يوضع حوله القالب الجصي على اللوح الذي ذكرنا سابقا، ويثبت نصفا القالب برباطات من المطاط او القماش. تصب المادة المطاطية من فتحة الصب حتى يتم تعبئة الفراغ بين العمل والجدار الداخلي للقالب (تعبأ فتحة الصب أيضا)، ويترك القالب في مكانه حتى تجف المادة المطاطية.

٧- يفك القالب الجصي ويترك القالب المطاطي لفترة ليجف تماما، ثم يقص القالب المطاطي بمشرط حاد على نفس الخط الفاصل بين جزئي القالب الجصي مع ملاحظة القطع بشكل رأسي باتجاه العمل بدأ من الأسفل (من القاعدة) إلى الأعلى (يستأصل الجزء الناجم عن فتحة الصب). وعند

الانتهاء من فصل جزئي القالب المطاطي يسندان إلى نصفي القالب الجصي. ومن الأفضل ترقيم كل زوجين متماثلين برقم واحد.



الشكل رقم (٥٤). تحضير وتنفيذ القالب المطاطي.

التشكيل بالشمع

الخطوة التحضيرية الثانية هي عمل النموذج من القالب. وكما أشرنا سابقا فإن من أكثر الخامات استخداما في سبك المعادن هي الشمع، وهو ما يدل عليه اسم أكثر تقنيات السبك شيوعا وهي طريقة الشمع المطرود. وهنالك أنواع متعددة من الشموع تتراوح في الأسعار والخصائص والأشكال، وكل منها يخدم استخدامات معينة. وبالطبع يمكن استخدام شمع الشموع أو شمع البرافين اللين أو ما ماثلها من أنواع الشموع المستخدمة في المنازل، ولكن هذه الأنواع لا تعطي نتيجة مضمونة أو دقيقة مثل تلك الأنواع المخصصة لغرض السبك.

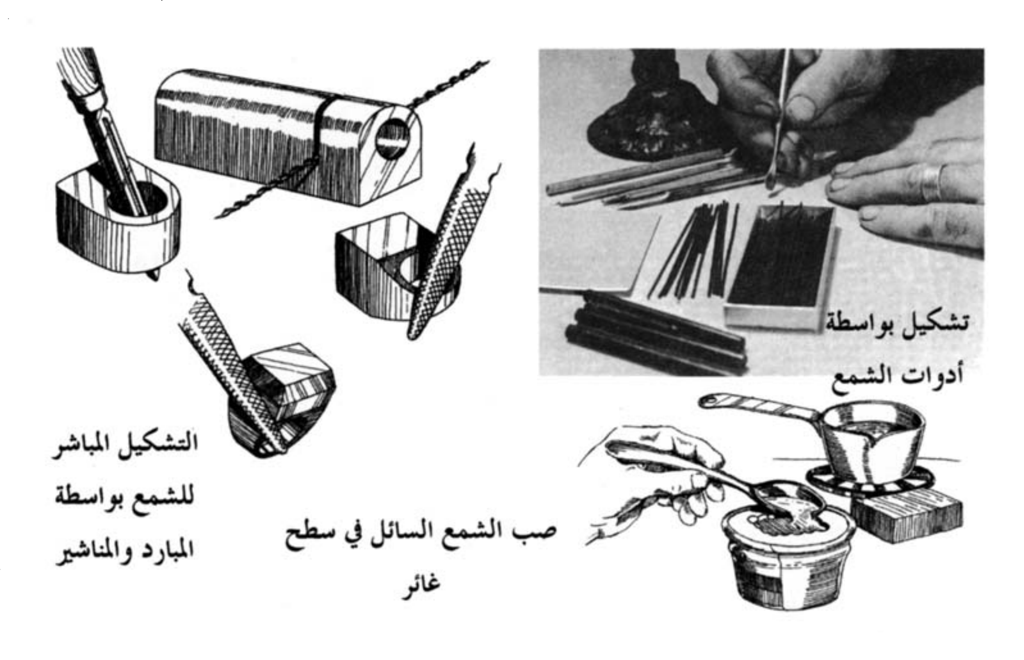
ومن الخصائص الهامة في الشمع المستخدم في السبك صلابته وقابليته للتشكيل واحتراقه أثناء عمليات طرد الشمع دون ترك أي مخلفات صلبة يمكن أن تغير من ملمس سطح العمل. وفي الأعم يمكن أن نقول إن جميع أنواع الشمع المستخدمة في السبك هي خليط من أنواع الشمع المستخرجة من المعادن كالبرافين والشمع الطبيعي، كشمع النحل، وأنواع من الغراء كالمستيكا (ستوري، ص ٤٠).

ومن أنواع الشمع ما هو قاسٍ يصلح للمشغولات التي يتم نحتها بأدوات حادة كالسكين أو ما شابهها من الأدوات المستخدمة في النحت. وهنالك الشمع اللين الذي يسهل تشكيله ولكنه لا يحتفظ بشكله طوال عمليات السبك لذلك يفضل استخدامه في التوصيلات وعمل القنوات. ويخلط النوعان السابقان للحصول على شمع معتدل في الليونة ومقاوم للالتواء والانبعاج أثناء عمليات السبك.

ومن أنواع الشمع المصنع تجاريا لأغراض السبك ما يلي :

الشمع الطبي dental wax

وهو النوع المستخدم في عمل الأسنان الاصطناعية، وتقوم شركات تصنيع الشمع لأطباء الأسنان بإنتاج أنواع خاصة لاستخدامها في سبك المصوغات والنماذج الدقيقة ؛ وذلك لارتفاع سعره ودقة التفاصيل التي ينتجها. ويباع في أشكال وأنواع عدة ؛ فيوجد على هيئة صفائح مستطيلة وقضبان صغيرة، ومواسير مفرغة بسماكات مختلفة. كما تختلف الصلابات بين نوع وآخر، يستدل عليها عادة بالألوان (تختلف بالطبع دلالات الألوان من منتج لآخر). فالأنواع اللينة تصلح عادة للتشكيل بالحرارة (شمعة مثلا)، بينما النوع القاسي يصلح للنحت والتشكيل بالمبرد أو الحفر بأدوات حادة.



الشكل رقم (٥٥). تشكيل الشمع.

شمع القنوات sbrou wax

وهي عبارة عن قضبان تعد من الأنواع الأقل جودة من الشمع، وتستخدم لعمل قنوات الصب التي تصل العمل بسطح قالب الصب. ويجب أن نشير هنا لضرورة عدم الخلط بين القالب الأول الذي يعمل منه نموذج الشمع وقالب الصب (investment) الذي يحضر لصب المعدن.

الشمع اللاصق sticky wax

وهذا النوع لين يساعد على وصلات القنوات ببعضها. ويمكن الاستغناء عنه؛ إذ إن تسييح طرفي القناة المراد توصيلها يؤدي نفس النتيجة إلى درجة ما، إلا أن الشمع اللاصق يلصق بإحكام أكبر.

حبيبات الشمع

وهي عبارة عن حبيبات صغيرة بحجم حبات الذرة تقريبا. ويستخدم هذا النوع في ماكينات الحقن وهي عبارة عن إناء يسيح فيه الشمع، وبواسطة خرطوم يحقن الشمع السائل في القالب لعمل النموذج. وعادة يستخدم هذا الجهاز في المصانع لإنتاج عدد كبير من النماذج وبسرعة. ويوجد منه أنواع متعددة لخدمة أغراض واستخدامات مختلفة فعليك باستشارة البائع عن الأنواع التي تناسبك.

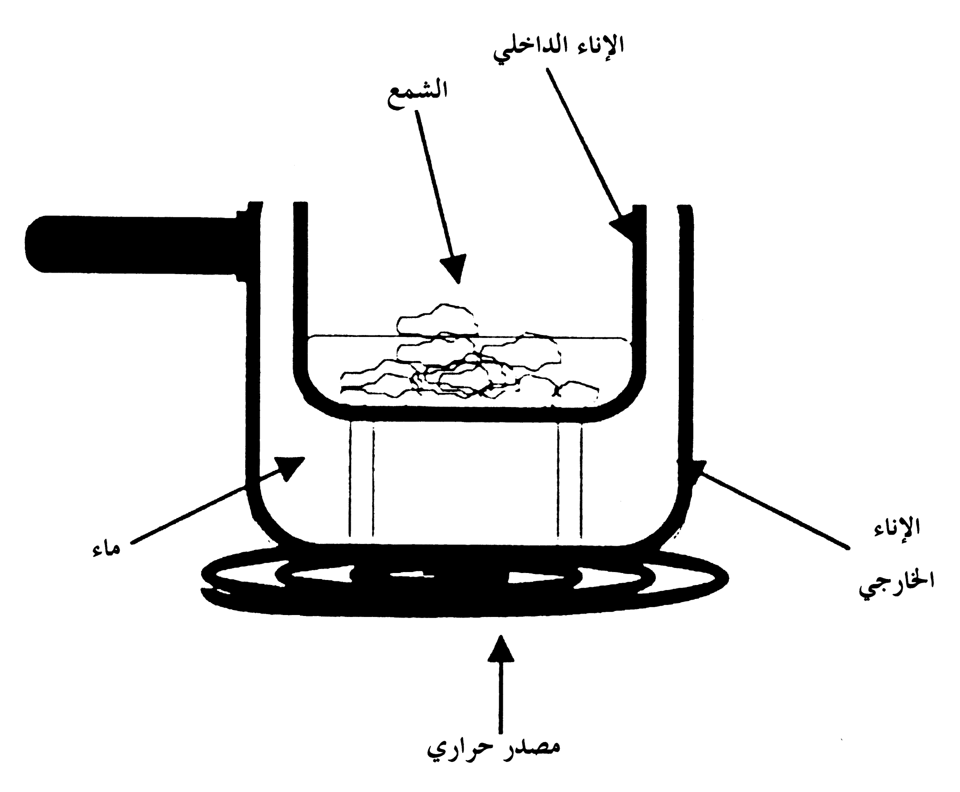
قوالب الشمع

ويستخدم هذا النوع في عمل النماذج للمنحوتات الكبيرة التي لا تتطلب تفاصيل دقيقة. ويباع هذا النوع من الشمع على هيئة قوالب إما جاهزة للصهر أو يتم خلط عدة أنواع لتحقيق خليط متوازن في الليونة والمتانة.

كيف يسيّح الشمع؟

يستحسن استخدام إناء خاص لتسييح الشمع يعمل بالكهرباء ويمكن الاستعاضة عنه بقدر كهربائي يباع في محلات بيع الأدوات المنزلية بسعر أرخص (لاحظ أن الإناء الخاص بتسييح الشمع يدوم لفترة أطول). ويجب عدم غلي الشمع أثناء التسييح؛ لأن ذلك سيجعل الشمع يلتصق

بالقالب، كما يحدث فقاقيع على سطح النموذج، لذلك يوصى بشراء قدر كهربائي يمكن التحكم بدرجة الحرارة فيه. وإذا تعذر الحصول على القدر الكهربائي فيمكن تسييح الشمع في إناء مزدوج يوضع على موقد كهربائي أو على موقد الغاز.



الشكل رقم (٥٦). تسييح الشمع بالقدر المزدوج.

ويمكن الحصول على خليط جيد من الشمع يصلح لأغراض متعددة، وذلك بتسييح كمية من شمع النحل اللين مع ما يساويها من شمع البرافين القاسي في قدر مزدوج. ويستخدم الشمع مباشرة أو يسكب على لوح من الزجاج قد دهن بزيت أو مادة عازلة أخرى (لمنع التصاق الشمع بالزجاج) ويترك حتى يبرد تماما ويقطع حسب الحاجة. وتختلف طرق تشكيل الشمع حسب التقنية المراد تنفيذ العمل بها، فالقوالب تستخدم عادة مع تقنية السبك بالجاذبية، والسبك بالشفاط، بينما التشكيل المباشر بالشمع يصلح عادة للسبك بالطرد المركزي. ولأننا سنتعرض لكل من هاتين الطريقتين أثناء عرض التقنيات المذكورة فسوف نشرحهما هنا بشكل عام.

تشكيل الشمع بالقوالب

لقد عرضنا سالفا أنواع القوالب التي تستخدم لغرض إنتاج نماذج الشمع ؛ فإن كان القالب مغلقًا (عادة من القوالب المطاطية) فيحقن الشمع السائل فيه، أما إذا كان القالب مفتوحا فيدهن وجه القالب بالشمع السائل عدة طبقات حتى يتكون جدار بسمك حوالي نصف السنتمتر، ويفصل الشمع عن القالب بعد أن يجف الشمع تماما. وباستخدام القوالب يكون النموذج شبه مكتمل للانتقال إلى المرحلة التالية في عمليات السبك.

التشكيل بالشمع بطريقة مباشرة

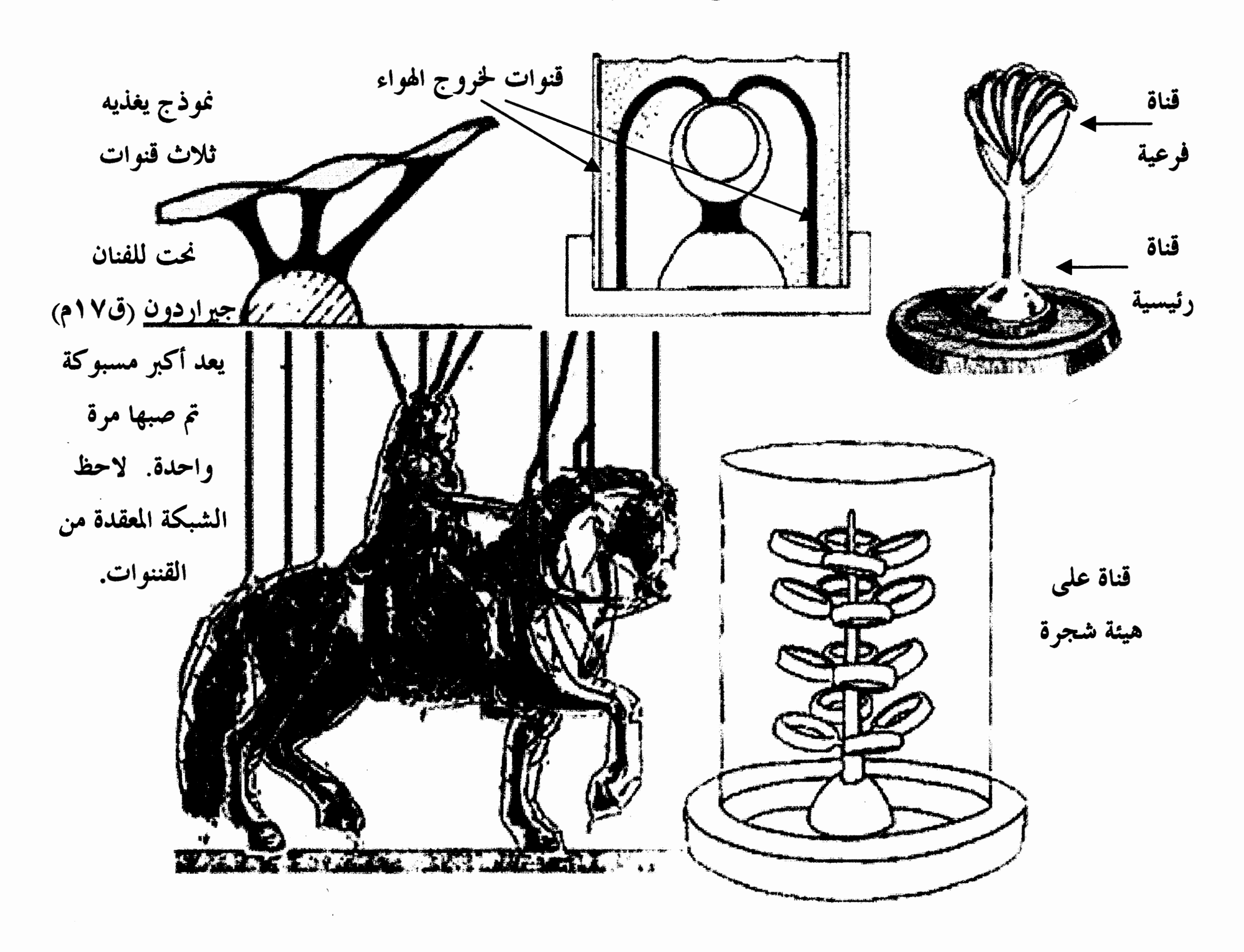
يمكن تشكيل الشمع اللين باليد، أو يغمر في الماء الساخن حتى يلين ثم يشكل باليد. وهناك الشمع القاسي الذي تستخدم لتشكيله أدوات حادة أو المبارد أو أدوات الحفر، وتتبع هذه الطريقة لإنتاج نسخة واحدة من العمل.

عمل القنوات

بعد إعداد نسخة من الشمع للعمل الأصلي يدخل العمل في الخطوة العملية الأخيرة من هذه المرحلة وهي عمل قنوات التوصيل والربط بين أجزاء العمل حتى يتسنى للمعدن السريان وملء كافة أجزائه. والقنوات هي عبارة عن قضبان أسطوانية أو مبططة من الشمع تعمل عمل شرايين الدم في جسم الإنسان، وتشبه شكل الشجرة أو مخلب الطائر، فعندما يطرد الشمع يترك في مكانه قنوات تمد أجزاء العمل بالمعدن عند السكب. ويختلف تصميم القنوات حسب حجم العمل والطريقة التي سيسبك بها ؛ فالأعمال الكبيرة، كالأعمال النحتية، عادة ما تزود بشبكة معقدة من قنوات رئيسة يتفرع منها قنوات ثانوية، بينما تقتصر أعمال الصياغة على قناة رئيسة واحدة. وتلتقي القنوات الثانوية بجسم العمل في مناطق غير ظاهرة للعيان بقدر المستطاع، وينبغي تلافي المناطق التي تحتوي على تفاصيل أو نقوش دقيقة ؛ ذلك أن مناطق التلاقي يجب أن تهذب للتلاءم مع ما حولها، وهذا يستغرق وقتا ويحتاج إلى مهارة. وفي طريقة السبك بالجاذبية تضاف قناة تمد من أعلى نقطة في العمل وتسير متجهة إلى الأعلى بنفس اتجاه القناة الرئيسة وتسمى هذه القناة بـ "قناة التهوية". ولابد من التنبيه إلى أن القنوات عند تلاقيها مع النموذج يجب أن تكون بنفس السمك، وذلك بسبب انكماش المعدن أثناء التبريد، ويجب أن يكون بنفس الدرجة، وإلا أدى ذلك إلى انكماش المعدن وفقدان بعض

التفاصيل. كما أن الإكثار من القنوات في العمل دون ضرورة غير مستحب ؛ لأن هذه القنوات ستكون معدنا بعد الصب ويجب التخلص منها وقطعها ، ومن ثم برد أو صنفرة نقطة التقائها بالعمل.

ومن المهم جداً تثبيت أطراف القنوات بإحكام بجسم العمل. ويستخدم في هذه المرحلة الشمع اللاصق لتسهيل عملية التصاق القناة ، حيث يسيح طرف قضيب الشمع بأحد أدوات تشكيل الشمع ويغمس طرف القناة في الشمع السائل ويلصق طرف القناة في مكانها المحدد في جسم النموذج الشمعي (طريقة استخدام الشمع اللاصق بالتفصيل: انظر طريقة "السبك بجهاز الشفط"). وفي أغلب الأحيان يسيح طرف القناة دون استخدام الشمع اللاصق ، ولكن منطقة التلامس عادة تحتاج إلى تسوية بعد تثبيت قضيب الشمع ويحتاج ذلك إلى دقة ومهارة (انظر طريقة "السبك بالجاذبية" ص ١١٦ لمزيد من التفاصيل). ومن الأفضل تسوية مناطق التلاقي في النموذج الشمعي بدلا من تأجيل ذلك لما بعد صب المعدن.



الشكل رقم (٥٧). أنواع القنوات.

قالب الصب (investment)

في المرحلة الثانية من مراحل السبك يغطى النموذج بعد تثبيت القنوات بطبقة سميكة من الجص المقاوم لدرجات الحرارة العالية، أو يمكن عمل خلطة خاصة لعمل قوالب الصب مكونة من الجص، والرمل، وخليط مسحوق من قالب صب تم استخدامه، ويضاف إلى ذلك أيضا قليل من مسحوق الصلصال. وهنالك أنواع وأشكال مختلفة لقالب الصب حسب طريقة السبك. وقبل الشروع في صب القالب يدهن النموذج بمادة لزجة تمنع تكون فقاقيع الهواء على السطح. ولعمل قوالب الصب المستخدمة في السبك بالطرد المركزي وجهاز الشفط تستخدم دوارق أسطوانية مفتوحة الطرفين (تشبه أنابيب المياه والصرف الصحي) ولكن جدرانها نحيفة. ويوضع النموذج في وسطها بعيدا عن جدار الدورق معلقا في المنتصف بين قاع الدورق وفوهته، ويسكب الجص السائل في الدورق حتى يمتلئ محتويا كل النموذج، ويبقى الدورق مع النموذج أثناء طرد الشمع في الفرن، وعند صب المعدن يزال الشكل المسبوك من الدورق. ويعاد استعمال هذا النوع من الدوارق لمرات عديدة في عمل قوالب الصب (انظر "السبك بالطرد المركزي"). ويستخدم الورق المشمع وشبك من السلك يلفان على هيئة أسطوانة حول النموذج (إطار القالب) بدلا من الدورق لعمل قالب الصب للأعمال النحتية الكبيرة، ويصب الجص في الأسطوانة بنفس الطريقة المذكورة سابقا (انظر "السبك بالجاذبية").

ومن الأمور المهمة في هذه المرحلة ما يلي:

١- خلط الجص والمواد الأخرى جيدا قبل وضعها في الماء. ومن المعروف أن الجص والمواد الأخرى تضاف إلى الماء وليس العكس.

٢- يجب أن تكون نسبة الجص للماء مناسبة حسب الطريقة التي ذكرناها سابقا.

٣- تخلط الكمية المطلوبة لتنفيذ العمل، وإذا دعت الحاجة إلى خلط الجص أكثر من مرة (للأعمال الكبيرة) فاغسل الإناء المستخدم في الخلط جيدا قبل خلط الخلطة الجديدة.

٤- خلط كمية من الجص لأكثر من عمل في خلطة واحدة، يؤدي إلى العجلة والوقوع في الأخطاء. اخلط الخلطة لعمل واحد في كل مرة.

٥- يثبت النموذج في مكانه أثناء صب الجص (هذه العملية تحتاج لشخصين على الأقل).

٦- حاول صب الجص ببطء ودعه يسيل على الجدار الداخلي للدورق لتفادي تكّون فقاقيع الهواء. إن استنشاق كميات كبيرة من غبار الجص يضر الجهاز التنفسي (تلبس الكمامات على الأنف والفم).

٧- اغسل إناء خلط الجص مباشرة بعد استخدامه. وإذا كان ولا بد أن تقوم بأعمال أخرى املأ الإناء بالماء حتى لا تجف بقايا الجص فيه.

٨- يترك القالب حتى يجف تماما.

وليس الجص وحده هو الخامة التي تستخدم في عمل قوالب الصب، بل توظف طينة السيراميك في عمل قشرة رقيقة تغطي الشمع لتكون القالب. ويمكن تحقيق ذلك بغمس كل الشكل في بطانة (طينة سائلة) من طينة الخزف عدة مرات حتى يتكون غطاء بسمك ١سم تقريبا، وفي كل مرة ينثر عليها من رمل السليكون الناعم للتماسك أكثر. وقد تضاف شرائح من القماش الرقيق المشبعة بالبطانة على الشكل لزيادة تماسك القشرة. ويترك القالب الطيني حتى يجف تماما ثم يعامل معاملة القوالب الأخرى.

طرد الشمع

هذه هي المرحلة الثالثة في التحضير لعملية السبك بالشمع المطرود، إذ يطرد الشمع بتسخين القالب في فرن ليسيح الشمع أو يتحول لكربون ويتطاير في الهواء. ولتحقيق طرد الشمع نهائيا يجب أن يسخن القالب تدريجيا حتى يصل إلى ما بين ٥٠٠-٦٥٠ درجة مئوية. وتحقق هذه المرحلة أمرين ضروريين في عملية السبك وهما: طرد الشمع وعمل الفراغ الذي سيملأ بالمعدن أثناء الصب، أما الأمر الآخر فهو طرد الماء الكامن في الجص فمهما جفف القالب في الشمس فإن هناك نسبة من بخار الماء تبقى في الجص ولابد من التخلص منها. وإن لم يتم ذلك فإن هذا البخار سيطرد المعدن أثناء السبك ويمنعه من السبك الكامل. ودرجة الحرارة المطلوبة لطرد الشمع كافية لطرد بخار الماء من القالب (حوالي ٢٠٥ درجات مئوية).

وهنالك وسائل عديدة للتخلص من الشمع، ففي المسابك الكبيرة التي تقوم بسبك المنحوتات تستخدم أفران كبيرة وقودها الغاز. وفي بعض الأحيان يوضع القالب على إطار من الحديد ويبنى حوله

الفرن بالطوب الحراري المستخدم في بناء أفران الخزف. وفرن الحريق المستخدم في المسابك الفنية يشبه كثيرا فرن الغاز المستخدم لحرق الخزف ويوقد من الأسفل بواسطة عدد من مشاعل الغاز (أربعة أو أكثر). ويوضع القالب مقلوبا (فتحة الصب إلى الأسفل) ويرفع عن قاع الفرن بمقدار ٥-١٠سم ، وفي المراحل الأولى للحريق يسيل الشمع ويخرج من فتحات في أسفل الفرن، ويجمع في إناء تحت الفرن. ويعاد استخدام هذا الشمع لعمل قنوات الصب ولا يستخدم في عمل النماذج.

وفي مسابك الصياغة تستخدم الأفران الكهربائية لحريق الشمع، وفي هذه الحالة لا يمكن استرداد الشمع من النموذج، بل يتحول إلى كربون ويتشبع في جسم قالب الصب وتظهر على شكل بقعة سوداء في قعر القالب. وهنا لا بد من حرق القالب حتى تزول هذه البقعة. وفي كل الحالات يجب أن تزيد درجة حرارة الفرن عن ٧٠٠ درجة مئوية و إلا تصدع القالب، وتظهر زعانف على سطح العمل. وأفضل أنواع الأفران الكهربائية لأغراض طرد الشمع ما يفتح بابه من الأعلى إلى الأسفل (انظر الشكل). ويستخدم باب الفرن لوضع قالب الصب بعد خروجه من الفرن. والأفران الصغيرة التي تتسع لدورقين متوسطي الحجم هي أكثر ملاءمة للأغراض التعليمية. ومن المهم أيضا تزويد الفرن بجهاز لقياس درجة الحرارة (pyrometer) ومفتاح لتدريج الحرارة والتحكم بها.

ولابد من تهوية منطقة الأفران عند طرد الشمع للتخلص من الرائحة، إضافة إلى أن كل فرن يحتاج إلى فتحات لطرد بخار الماء الذي يخرج من الجص أثناء الحريق و إلا أدى ذلك إلى تلف الأسلاك الحرارية للفرن. ومن الضروري أيضا كتابة جدول تدرج الحرارة على لوح أو ورقة بالقرب من الفرن حتى يتم تفادي الأخطاء والوقوع في النسيان. ويمكن أيضا طرد الشمع بمشعل الغاز وهذا يتطلب معرفة بمقدار الحرارة اللازمة لتسييح الشمع دون الوصول إلى درجة الحرارة الحرجة التي يتشقق عندها القالب.

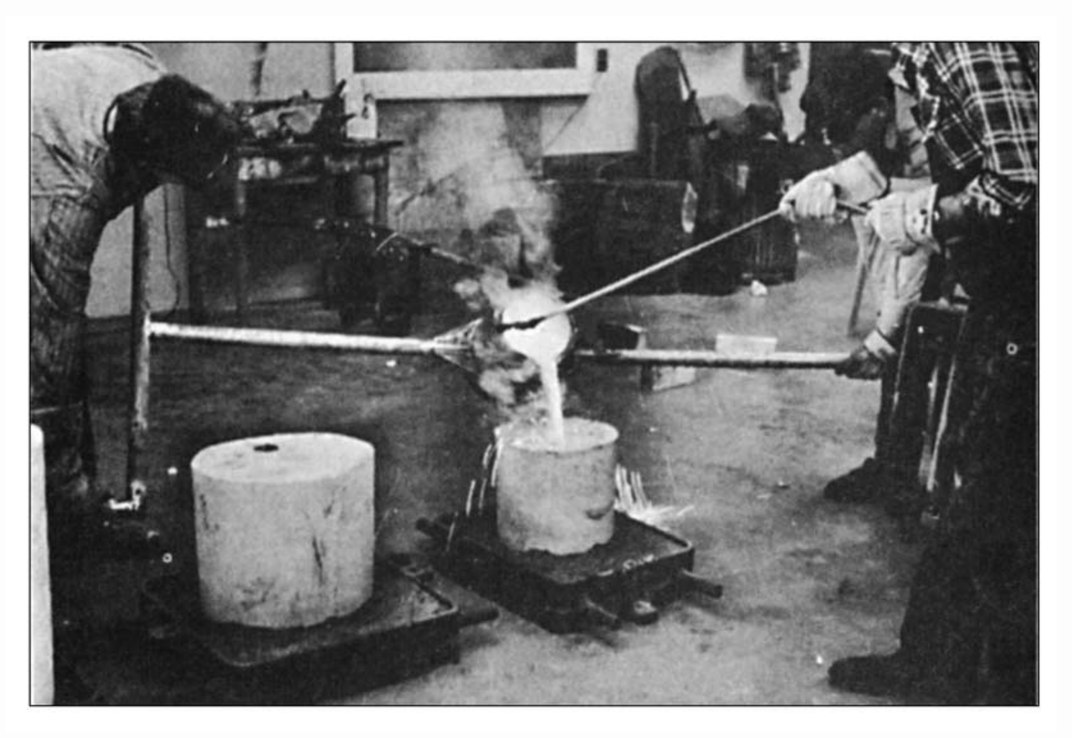
سكب المعدن

في هذه المرحلة يصب المعدن المصهور لملء جميع الفراغات الناجمة عن طرد الشمع من خلال قنوات التوصيل التي تم تثبيتها في المرحلة التحضيرية. ويصهر المعدن إما في بوتقة من الجرافايت داخل

مصهر (كهربائي أو بالغاز) أو يصهر في بوتقة بمشعل الأكسجين والإستلين. والغرض من هذه المرحلة هو إيصال المعدن إلى درجة الانصهار ثم سكبه في الفراغ الذي يكون الشكل. وعند استخدام تقنية الطرد المركزي أو الشفط يلزم أن يكون قالب الصب ساخنا بدرجة حرارة معينة عند سبك الذهب والفضة والبلاتين، أما عند سبك المعادن المنخفضة الحرارة أو للسبك بالجاذبية فيمكن أن يكون القالب باردا.

تهذيب العمل وإخراجه إخراجا نهائيا

وفي هذه المرحلة يخرج العمل المسبوك من قالب الصب وينظف ما علق به من الجص، وتفصل قنوات التوصيل عن المسبوكة ويهذب بعض مناطق العمل باستخدام المبارد أو أدوات الحفر والصنفرة. ويختار الفنان بعد ذلك الإخراج النهائي للعمل، فقد يختار صقل العمل لإظهار بريق المعدن وعمقه، أو يقوم بطلاء العمل بمواد كيميائية تتفاعل مع المعدن وتغير لونه، وقد يعطينا الفنان من تجربته الجديد في إخراج العمل بطرق مبتكرة.



الشكل رقم (٥٨). سكب المعدن المصهور في القالب بعد طرد الشمع منه.

كيف تصنع مصهرا؟

تحتاج إلى التالي :

- برميل دهان فارغ (سعة خمس جالونات أو ما شابه).
- شريط ربط من الحديد بطول متر تقريبا (تربط به صناديق شحن البضائع على هيئة حزام) أو يمكن استبداله بقضيب مبطط من الحديد (أقل سمك ممكن).
- مجفف شعر مستخدم (لا داعي لشراء مجفف جديد لهذا الغرض). ويمكن استخدام أي جهاز مشابه نافخ للهواء.
- صفيح من الحديد بسمك نصف مليمتر.
- خرطوم يصل بين فوهة منفاخ الهواء (مجفف الشعر مثلا) وبين "أنبوب النار". أي طرفي الخرطوم يتسعان لدخول فوهة أنوبة منفاخ الهواء من جهة وأنبوب النار من الجهة الأخرى.
- أنبوب من الحديد أو النحاس قطره بوصة واحدة (أنبوب النار)
- أنبوب من النحاس قطره سنتمتر واحد تقريبا (أنبوب الغاز).
- خابور خشب (إسطواني الشكل) بطول ١٠سم تقريبا وقطره بوصة واحدة.
- حديد زاوية لعمل الأرجل (ثلاثة أرجل على الأقل).
- أسمنت مقاوم لدرجات حرارة عالية ١٣٠٠درجة مئوية.
- إناء لخلط الأسمنت.

خطوات التنفيذ

١- يثقب البرميل ثقبين (نفس قطر الخابور) الثقب الأول على ارتفاع ١٠سم من القاع (فتحة النار) باتساع بوصة واحدة، والثقب الثاني على بعد ٥سم من الفوهة (فتحة التهوية) (انظر الرسم).

٢- تخلط كمية من الأسمنت المقاوم للحرارة وتصب في قاع البرميل بارتفاع ٦-٧ سم تقريبا. ويترك الأسمنت ليجف.

٣- تقام أسطوانة من صفيحة المعدن تعلو فوهة البرميل بمقدار ٤-٥ سم. وتبعد عن محيط الفوهة بمقدار ٦-٧سم.

٤- تثبت الأسطوانة في مكانها وكذلك خوابير الخشب في الثقوب (يمكن ثقب الأسطوانة الداخلية أيضا) وتملأ المنطقة بين جدار البرميل والأسطوانة بالأسمنت.

٥- يترك الأسمنت ليجف.

٦- من الأسمنت يصب غطاء للبرميل بسمك ٦-٧سم ويترك به ثقب بقطر بوصة واحدة في مركز القرص (الغطاء) ويترك الأسمنت ليجف.

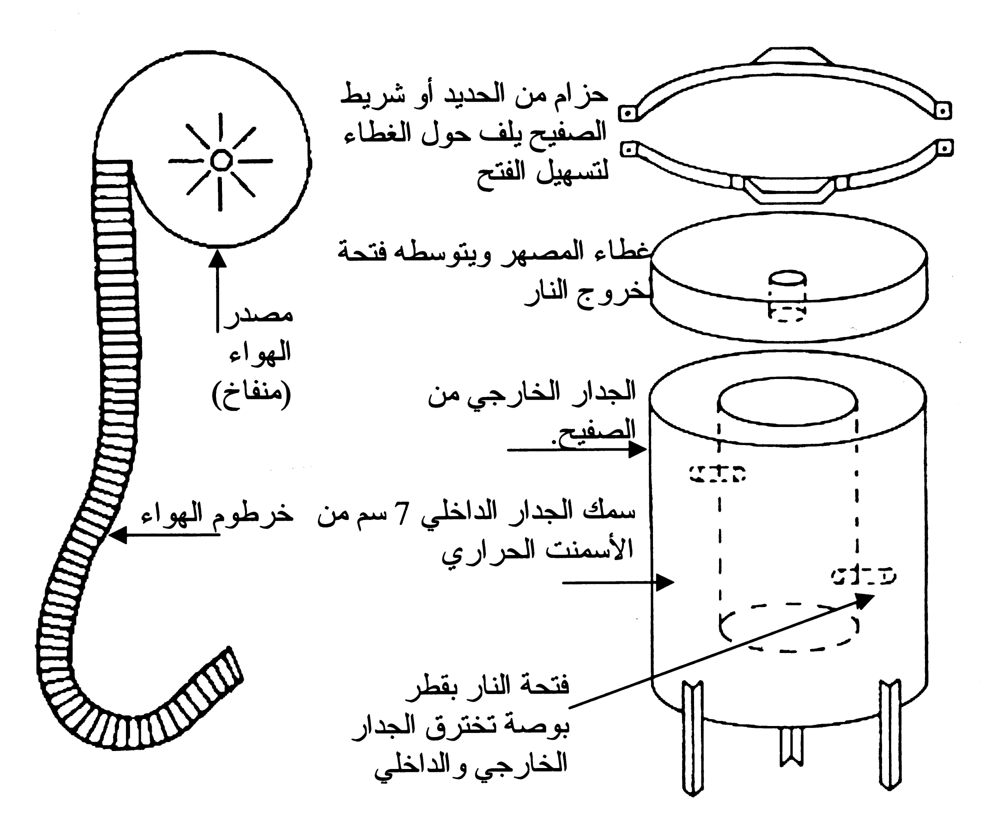
٧- يعمل رباط الحديد حول الغطاء لتسهيل فتح وغلق البرميل.

٨- يعمل ثقب باتساع ١/٤ بوصة وعلى بعد حوالي ٢٠ سم من طرف أنبوب النار ثم يلحم أنبوب الغاز في الثقب (يثنى الطرف الداخلي للأنبوب في اتجاه سريان الهواء)

٩-يثبت خرطوم الهواء في المنفاخ (يزال السلك الحراري من مجفف الهواء قبل الاستعمال).

١٠- يوصل خرطوم الغاز بأنبوب الغاز.

١١- يجب إشعال المصهر أولاً بالغاز، ومن ثم يشغل المنفاخ والغطاء مفتوح، وبعد ذلك يغلق بعد تأكد الاشتعال (نار زرقاء). ويجب عدم إشعال المصهر الجديد أكثر من خمس دقائق ثم يترك حتى يبرد، ومن ثم يشعل لمدة خمس دقائق، وتكرر هذه العملية أربع أو خمس مرات تقريبا. ويستخدم بطريقة عادية بعد ذلك.





لاحظ انثناء أنبوب الغاز في اتجاه سريان الهواء.

أنبوب النار حيث يختلط الهواء بالغاز. يتم الاشتعال داخل المصهر. يجب مراعاة أن تكون المسافة بين فوهة النار ودخول الغاز 20سم.

الشكل النهائي للمسبك

٧

طرق السبك بالشمع المطرود

- السبك بالجاذبية
- السبك بجهاز الشفط
- السبك بجهاز الطرد المركزي.
- السبك بقالب قشرة الخزف.

السبك بالجاذبية
(Gravity Casting)

خطوات التنفيذ

توظف هذه التقنية الشمع المطرود في السبك وتستغل الجاذبية الأرضية وبالأخص ظاهرة الأواني المستطرقة. فالمعدن يدخل من فتحة المصب فتعمل الجاذبية على سحبه فيملأ الفراغ من الأسفل إلى الأعلى دافعا الهواء إلى الأعلى فيندفع عندها من فتحة التهوية إلى خارج القالب.

الخامات:

عمل أصلي.

شمع.

معدن (برونز).

جص، رمل، مسحوق الصلصال، قالب صب سابق (مسحون).

ورق مشمع، شبك من السلك.

خامات قالب البايوريثين (القالب المطاطي).

علب بلاستيكية ومعدنية لخلط خامات قالب البايورثين

-فرش دهان صغيرة الحجم

-معجون الشمع (عازل)

-مادة عازلة للباليوريثين (مادة غير مائية)

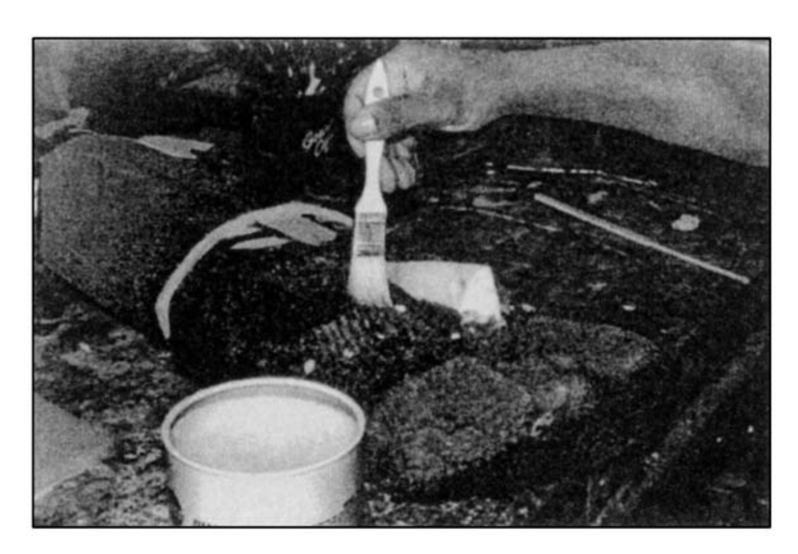
عمل قالب النسخ

المدة التي يستغرقها إنجاز العمل/ يومان-ويعود طول المدة الى فترات الانتظار.

الأدوات والأجهزة والعدد المستخدمة

ميزان، برميل أو سطل لخلط الجص، سكين معجون.

١- تم اختيار العمل من أحد الأعمال السابقة للمؤلف وهو قناع من الخشب، وقد اخترنا هذا العمل لسهولة سبكه إذ إنه يحتوي على وجه واحد فقط. وهنالك مسبوكات يستخدم فيها أسلوب "النواة" core وهي أكثر تعقيدا في إعدادها للسبك وسوف نحاول أن نعرض الفروق في طرق التحضير بشكل منفرد. كما اختير لعمل القالب مادة الباليوريثين. وقبل البدء في عمل القالب أضيفت بعض التعديلات على العمل الأصلي وفي هذه الحالة كان لا يمكن استخدام صلصال الخزف لعمل الإضافات لأن مادة الباليوريثين ستتشرب بالماء مما يمنعها من الجفاف.



الشكل رقم (٥٩). يدهن العمل بالعازل لمنع مادة الباليوريثين من الالتصاق بالسطح.

٢- لمنع التصاق مادة الباليوريثين بالخشب يدهن السطح جيدا بمعجون الشمع كمادة عازلة مع ملاحظة دهان القاعدة التي يرقد عليها القناع بالمادة العازلة أيضا.

٣- تخلط في إناء بلاستيكي كمية قليلة من الباليوريثين كافية لتغطية العمل بطبقة واحدة (توزن المقادير بدقة).

٤- يدهن سطح العمل والجزء المحيط به من القاعدة بالخليط باستخدام الفرشاة، وفي هذه المرحلة يكون الخليط لزجا وخفيف الكثافة (بكثافة الدهان).

٥- تترك الطبقة الأولى لتجف.

٦- تخلط كمية من الباليوريثين ويضاف إلى الخليط هذه المرة مادة مكثفة تزيد من كثافة الخليط وقوامه.

٧- يدهن الشكل بالطبقة الثانية، ويترك حتى يجف، ثم يطلى للمرة الثالثة حتى يصبح سمك القالب نصف سنتمتر تقريبا.

٨- بعد أن يجف القالب تماما يدهن بالعازل (معجون الشمع)، ويغطى بعد ذلك بطبقة من الجص بسمك ٢-٤سم تقريبا، وهذه الطبقة هي عبارة عن ساند للمحافظة على شكل القالب اثناء العمل.





الشكل رقم (٦٠). دهان العمل بالليوريثين على مرحلتين.

ولخلط الجص يمكن اتباع طريقة الوزن (بنسبة ١٠٠ ماء+١٤٠ جصًا) إذ يوضع الماء في الإناء ثم يضاف إليه الجص بشكل تدريجي ويمزج جيدا باليد، أو يمكن إتباع الطريقة التالية :

- تحضر كمية محدودة من الماء في إناء بلاستيكي أو في السلطانية المطاطية. ولتقدير كمية الماء يؤخذ في الحسبان أن الماء سيرتفع بمقدار الضعف تقريبا عند إضافة الكمية المطلوبة من الجص.
- تضاف للماء بالتدريج كمية من الجص بواسطة المكيال، وتكرر العملية السابقة حتى يصل الجص إلى درجة التشبع، أي عند تكون جزيرة من الجص الجاف فوق سطح الماء في وسط إناء الخلط.
- يمزج الخليط باليد جيدا مع بقاء اليد داخل الخليط أثناء المزج لتلافي تكون فقاقيع هواء داخل المزيج.
- بعد أن يتم وضع الطبقة الجصية مباشرة يغسل إناء الخلط بالماء.

٩- بعد أن يجف الجص (بعد نصف ساعة تقريبا) يهذب السطح وتزال الزوائد باستخدام سكين المعجون أو أي أداة حادة.

١٠- يفصل قالب النسخ (الباليوريثين والجص) عن العمل الأصلي، ينظف العمل من الشوائب التي علقت به أثناء الصب.

إعداد نموذج الشمع

المدة التي يستغرقها العمل (ساعتان تقريبا)

الأدوات والأجهزة والعدد/ قدر تسييح الشمع، فرش دهان، أدوات تشكيل الشمع.

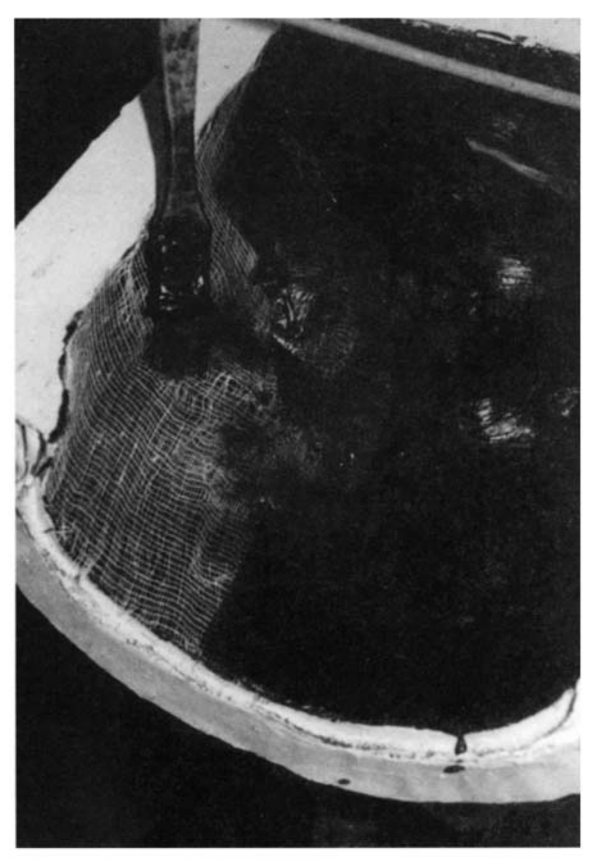
١١- يسيح الشمع في القدر الكهربائي.

١٢- يرش وجه القالب بالمادة العازلة silicon lubricate، ويترك حتى يجف.

١٣- يدهن وجه القالب بطبقة من الشمع السائح مع المحافظة على تساوي سمك الطبقة. ويترك الشمع حتى يبرد.

١٤- يعطى القالب طبقة أخرى من الشمع، وتكرر العملية حتى حوالي أربع طبقات مع المحافظة على تساوي سمك الشمع في جميع أجزاء الشكل.

١٥- لتقوية تماسك النموذج يغطى السطح بطبقة من الشاش، ثم يدهن بالشمع اربع طبقات تقريبا مع ترك الشمع حتى يبرد بين كل طبقة وأخرى.



الشكل رقم (٦١). طلاء القالب بالشمع ومن ثم وضع الشاش في الطبقة الخامسة وبعد ذلك طلاء الشاش بالشمع المصهور.

١٦- بعد تأكد تحقيق السمك المناسب للنموذج (٢-٣ملم) يفصل النموذج الشمعي عن قالب الباليوريثين.

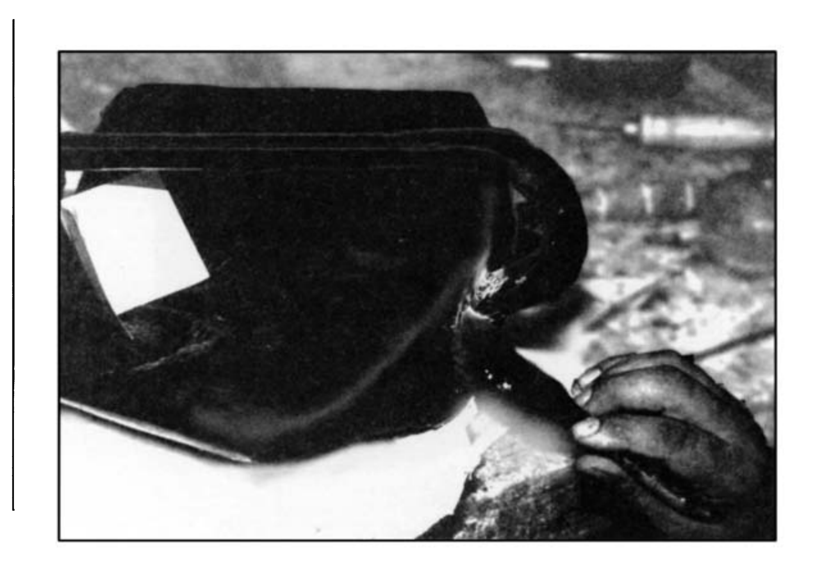
تثبيت قنوات التوصيل

المدة التي يستغرقها العمل (ساعتان تقريبا)

الأدوات والأجهزة والعدد/أدوات تشكيل الشمع، سراج بفتيل.

١٧- بعد إجراء التعديلات والإضافات على نموذج الشمع تتم دراسة النموذج لتحديد شكل شبكة القنوات الشمعية. وفي هذه الحالة رأينا أن أفضل وضع للقنوات هو أن تغذي الشكل من الخلف (قناة أساسية تفرع منها خمس قنوات ثانوية وقناة للتهوية).

١٨- تمتد القناة الأساسية بطول النموذج (ترتفع عن القمة بمقدار ٢٠سم تقريبا) وتغذي النموذج من الأسفل. ويجب أن يكون سمك القنوات في نقاط تلاقيها مع جدار النموذج بنفس سمك النموذج ؛ ولتحقيق ذلك يضغط على طرف القناة حتى ينفرد الطرف على هيئة مروحة ويصل إلى السمك المطلوب.



١٩- يثبت طرف القناة في أسفل النموذج وذلك بتحمية إحدى أدوات تشكيل الشمع على السراج وتسييح الشمع في منطقة التلاقي بين النموذج الشمعي وطرف القناة حتى يلتحمان. ولمسك القناة أثناء العمل يمكن رفعها عن النموذج من الجزء العلوي مؤقتا بساند من الورق أو أي شيء مشابه أثناء تثبيت الطرف السفلي.

٢٠- لمساعدة اللحمة وتثبيتها تغلف بالشاش ومن ثم تدهن بطبقة من الشمع.

عليك الانتباه للسمك...
السبب في مساواة سماكة طرف القناة والنموذج أن المعدن عند مرحلة الصب ينكمش بمقدار معين عندما يبرد فالأجزاء النحيفة تبرد وتنكمش أسرع من الأجزاء السميكة مما يؤدي في الغالب إلى التواء منطقة تلاقي القناة والشكل. وهذا المبدأ أيضا يدعو إلى الحرص على سمك النموذج في جميع أجزائه لأن المناطق الزائدة سوف تلتوي عند السبك فيفقد العمل شكله الأصلي.

٢١- في هذا المشروع هنالك خمس قنوات ثانوية تتفرع من القناة الأساسية. أولى القنوات في منتصف الجزء العلوي للنموذج وتمتد لتتلاقى مع القناة الأساسية من الأسفل (بزاوية حادة [٤٥ درجة] وبطول ١٠سم تقريبا في مشروعنا). وهذه القناة تساعد على سند القناة الأساسية وتثبيتها في مكانها. تثبت القناة الثانوية بتسيح منطقتا التلاقي بواسطة أداة تشكيل الشمع المحماة، مع الحرص على سمك طرف القناة عند منطقة التلاقي (لا داعي لتنحيف منطقة تلاقي القناتين). وتقوى منطقتا اللحمة بالشاش والشمع أيضا.

٢٢- تمتد القناة الثانوية الثانية من أعلى الحافة اليمنى وتتلاقى مع القناة الأساسية بزاوية مقدارها ٤٥ درجة تقريبا. ثم تثبت القناة من طرفيها بنفس الطريقة السابقة.

٢٣- تثبت بقية القنوات الثانوية الأخرى بنفس الطريقة.

٢٤- يوضع المصب (كأس من الفلين) في أعلى القناة الأساسية ويبعد عن الحافة العلوية للنموذج بحوالي ١٢سم ويثبت مكانه بالشمع.

٢٥- تثبت قناة التهوية في أعلى الطرف العلوي للنموذج، وتمتد هذه القناة إلى الأعلى بنفس اتجاه القناة الأساسية. ولتأمين هذه القناة في مكانها يثنى طرفها العلوي بزاوية قائمة باتجاه القناة الأساسية ثم يثبت في طرفها، ويؤمن كذلك بالشاش والشمع.

٢٦- تهذب مناطق اللحمات وتزال آثار الشمع الزائد.

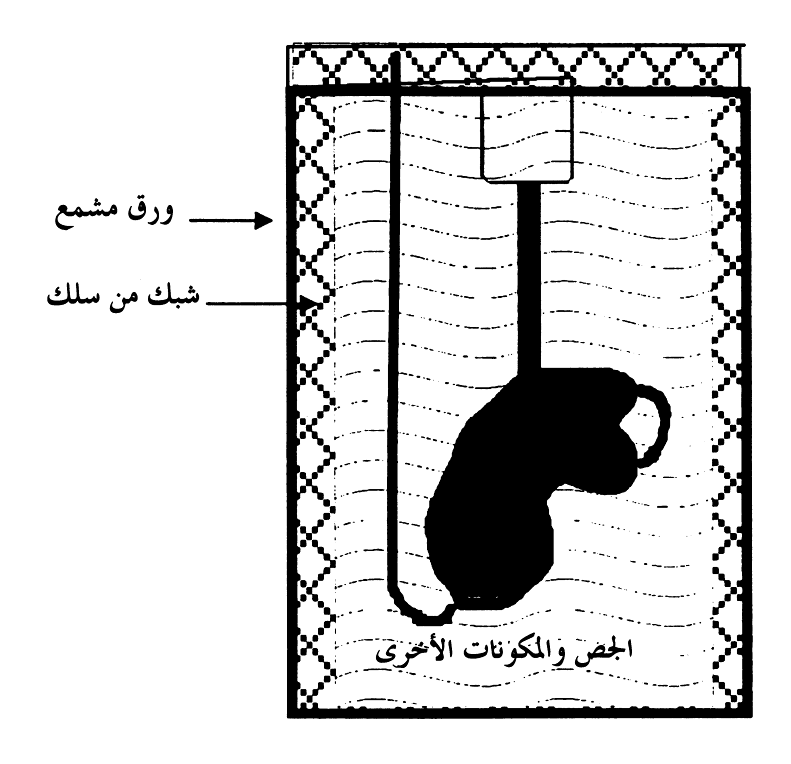
٢٧- يوزن النموذج بأكمله لمعرفة كمية المعدن الكافية لسبكه. ويمكن تقدير المعدن المطلوب بالطريقة التالية:

وزن النموذج الشمعي (مع القنوات)×الجاذبية الخاصة للمعدن=وزن المعدن المطلوب لسبك النموذج

٢٨- يدهن النموذج بمادة صابونية (صابون زيتي) لمنع تكون فقاقيع على السطح أثناء عمل قالب الصب. ويترك النموذج ليجف تماما.

عمل قالب الصب

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ ساعة واحدة. الأدوات والأجهزة والعدد/ شريط قياس أو مسطرة، برميل أو سطل لعمل خلطة قالب الصب، مقص معدن.



الشكل رقم (٦٣). مكونات جدار قالب الصب.

٢٩- يقاس ارتفاع وعمق وعرض النموذج بما في ذلك القنوات والمصب ؛ لمعرفة مقاس القالب المطلوب :

ارتفاع القالب=ارتفاع النموذج+١٠سم

عرض القالب=عمق النموذج+٢٠سم

طول القالب=عرض النموذج+٢٠سم

٣٠- يبنى الإطار الذي سيصب فيه القالب من الورق المشمع بنفس المقاسات السابقة (لا ضير من زيادة المقاسات بمعدل ٤-٦سم) بحيث يلف الإطار حول القالب مرتين. وفي مشروعنا تحتم أن يكون شكل الإطار أسطواني بيضاوي الفوهة. وللحفاظ على شكل الإطار ومنع تسرب الجص منه، تلصق بداية لفة المشمع طولا من الداخل، ونهايتها من الخارج.

٣١- يستخدم شبك من السلك لتماسك القالب وتقويته، إذ يلف الشبك حول إطار الورق المشمع من الداخل بمقدار لفة واحدة فقط وبنفس ارتفاع الإطار.

٣٢- لتأمين القالب من الأسفل يسلح بقطعة من الشبك تغطي أرضية الإطار.

٣٣- يثبت الإطار في مكان مناسب (يسند إلى جدار) ويلف حوله حبل للمحافظة على تماسكه أثناء الصب.

٣٤- تحضر خلطة القالب حسب المقادير التالية:

جزء واحد من الجص+جزء واحد من الرمل+جزء واحد من مخلفات قالب صب سابق+كمية بسيطة من مسحوق الصلصال. وتستخدم مخلفات قوالب الصب التي انتهى صبها من قبيل التوفير ولتساعد على تماسك القالب أثناء طرد الشمع. ولتحضير بقايا القوالب تفتت إلى قطع صغيرة ثم تسحق بآلة خاصة ثم تصفى الشوائب منه بالمنخل.

٣٥- تمزج كمية بسيطة من خلطة قالب الصب بالماء حسب الطريقة التي ذكرناها سابقا (انظر ٨)، وتترك لمدة بسطة حتى يشتد قوامها، وتصب في قعر الإطار بسمك ١٠سم تقريبا. والهدف من طبقة خلطة الصب هذه هو تأمين قاعدة القالب ومنع تسرب الخليط في المرات القادمة. تترك هذه الطبقة حتى تجف تماما.

٣٦- تمزج كمية أخرى من الخلطة (في هذا المشروع استخدمت براميل بسعة خمسة جالونات للمزج) بالماء وتسكب في الإطار.

٣٧- يغرز النموذج في المزيج، ويجب أن لا تقل المسافة المحيطة بالنموذج والإطار عن ١٠سم، وأن يصل طرف المصب من الأعلى إلى طرف الإطار العلوي. يثبت النموذج في مكانه حتى يتماسك المزيج ويجف (قد يستغرق ١٠ دقائق).

٣٨- تمزح كمية من الخليط وتسكب في الإطار.

٣٩- تكرر العملية السابقة حتى يمتلئ الإطار ويصل إلى فوهة المصب. تثنى الحافة العليا من شبك السلك إلى الداخل لزيادة تماسك القالب. يترك قالب الصب ليجف (تستغرق مدة الجفاف المبدئي ٢٠-٢٥ دقيقة).

٤٠- يزاح إطار الورق عن القالب، ويكتب على فوهته اسم العمل أو اسم الفنان وكمية المعدن المطلوبة للسبك. ويترك القالب حتى يجف جفافا كاملا.

طرد الشمع

تعتمد مدة إنجاز العمل في هذه المرحلة على كمية الأعمال وأحجامها وتستغرق مدة حرق الشمع من ٢٤ إلى ٤٨ ساعة، ويستغرق تبريد الفرن الى ٤٨ ساعة تقريبا.

الأدوات والأجهزة والعدد/ فرن لطرد الشمع به مقياس لقياس الحرارة داخل الفرن، عربة للنقل.

٤١- يدخل القالب في الفرن (يوضع المصب إلى الأسفل عادة)، متكئا على ثلاث طوبات حرارية للسماح للحرارة بالدخول إلى داخل القالب من المصب وحرق الشمع.

٤٢- يغلق باب الفرن وتفتح فتحة التهوية في أعلى الفرن. يبدأ التسخين ورفع درجة الحرارة ببطء.

٤٣- ترفع الحرارة كل ثمان ساعات تقريبا حتى تصل إلى درجة الحرارة المطلوبة.

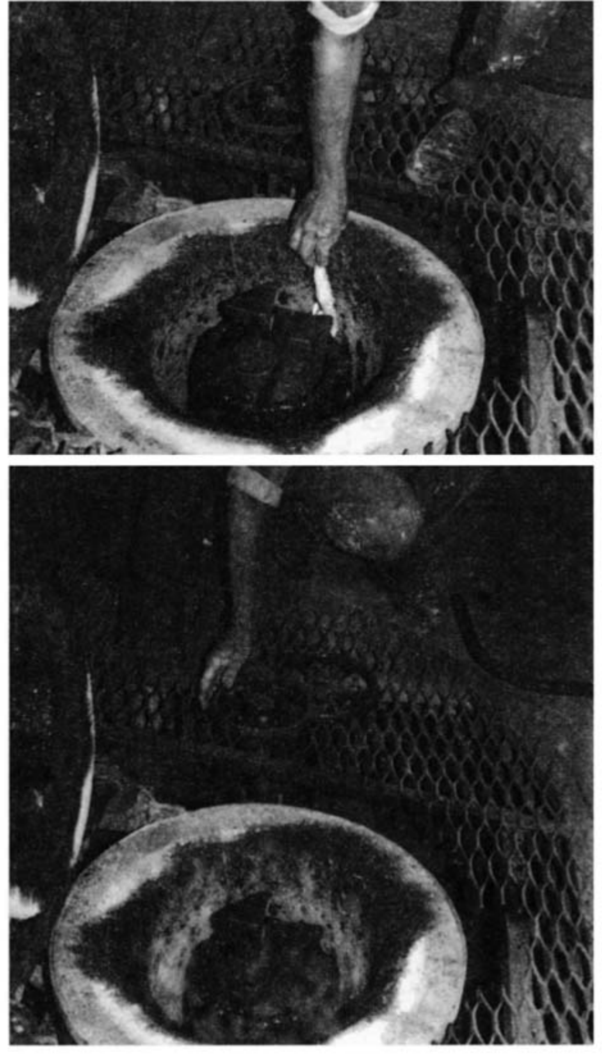
٤٤- يطفأ الفرن ويترك ليبرد، ولابد من الحرص هنا على تهوية منطقة الأفران أثناء طرد الشمع.

صب المعدن

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ ساعة واحدة.

الأدوات والأجهزة والعدد/ مسبك كبير، عربة لنقل قالب الصب، ميزان، مجارف، بدلة واقية من الحرارة مع قناع واقٍ، قالب إنجة، رافعة، حامل البوتقة.

٤٥- توضع الكمية المطلوبة من المعدن في بوتقة الصهر، ثم توضع البوتقة في منتصف المصهر. ويجب رفع البوتقة عن أرضية المصهر بوضع طوبة حرارية تحتها، كما يفضل وضع فوطة ورقية مبتلة تحت البوتقة لكي لا تلتصق بالطوبة.



الشكل رقم (٦٤). إشعال المصهر.

٤٦- يوقد المصهر أولا بوضع شعلة (شريحة مشتعلة من الورق المقوى) بين جدار المصهر والبوتقة ثم يفتح صمام الهواء قليلا ثم يفتح صمام الغاز حتى تشتعل النار في المصهر.

فإذا حدث وأن انطفأت الشعلة قبل ذلك أو أن النار لم تشتعل في المسبك، فيغلق صمام الغاز ومن ثم الهواء ويعاد إشعال شعلة أخرى وما يتبعها من خطوات.

٤٧- يعدل من ارتفاع اللهب حتى يمكن الاقتراب من المصهر وغلق الغطاء. ويمكن زيادة النار وذلك بفتح صمام الهواء والغاز حتى يصل ارتفاع اللهب إلى ٢٠سم تقريبا فوق فتحة المصهر. ويجب تهوية المنطقة بشكل مستمر أثناء عملية الصهر.

٤٨- يفتح الفرن لتأكيد طرد الشمع من القوالب. ويخرج القالب من الفرن (تم استخدام الرافعة) ويربط بشرائط من الحديد حفاظا عليه من التصدع أثناء الصب.

٤٩- يوضع القالب على أرضية مستوية في المساحة الرملية من منطقة المصهر(المصب يكون للأعلى).

٥٠- عندما ينصهر المعدن في البوتقة يغلق مفتاح ضخ الهواء والغاز وتوضع كمية من الصاهر borax في البوتقة من خلال فتحة غطاء المصهر. يفتح مفتاح الغاز والهواء لإشعال المصهر. ويجب ارتداء القناع والبدلة الواقية من الحرارة أثناء القيام بهذه العملية.

٥١- بعد فترة (١٥ دقيقة تقريبا) يطفأ مفتاح الهواء والغاز ويتم ارتداء القناع والبدلة وتجرف الشوائب من فوق سطح المعدن بالمجارف (تحمى المجارف من خلال فوهة غطاء المصهر لكي لا يلتصق المعدن بها).

٥٢- يعاد إشعال المصهر بتشغيل مفتاح الغاز والهواء.

٥٣-يصهر المعدن لمدة ١٥ دقيقة تقريبا وفي هذه الأثناء تجهز الرافعة وحامل البوتقة في المكان المناسب، ويتم ارتداء القناع والبدلة والقفازات الواقية.

٥٤-يطفأ المصهر ويفتح غطاء المصهر وترفع البوتقة بالرافعة وتنزل في وسط حلقة الحامل. وتستخدم الرافعة أيضا لرفع البوتقة وحاملها ويبدأ الصب من المصب وبشكل مستمر دون انقطاع حتى يمتلئ القالب ويخرج المعدن من فتحة التهوية.

٥٥-يصب ما تبقى من المعدن المصهور في قوالب الإنجات ليستخدم في المرات التالية (يحمى القالب أثناء الصهر).

٥٦- يغطى المصب وفتحة التهوية بكمية من الرمل ليبرد المعدن ببطء ؛ إذ إن التبريد السريع يودي إلى انكماش بعض أجزاء المعدن وتصدعها.

٥٧- يترك المعدن حتى يبرد وقد يستغرق من٦-١٢ ساعة تقريبا.

فك قالب الصب وتهذيب العمل

المدة التقريبية لإنجاز العمل/١٢-١٨ساعة. الأدوات والأجهزة والعدد/ عربة لنقل القالب، مطارق وأدوات تكسير، مقص معادن، أوتاد حديدية، منشار، جهاز جلخ، فرشة سلك حديد، قفازات ونظارات وكمامات واقية، أدوات حفر المعدن، صنفرة (أقراص وأقماع وأسطوانات)، قلم تحديد.

٥٨- ينقل القالب لورشة الجص والقوالب ويكسر لإخراج المسبوكة منه.

٥٩- ينقع العمل في حوض الماء لساعات حسب كمية الجص العالقة فيه، ثم يزال الجص بقضبان حديد مدببة. تكرر هذه العملية عدة مرات حتى يتم تفتيت الجص وإزالته من على السطح. وفي بعض الأحيان يستعان برشاش ماء (بقوة ضغط عالية) لإزالة بقايا القالب العالقة بسطح المسبوكة. وتستخدم أيضا فرشاة بلاستيكية لتنظيف سطح المشغولة مما علق بها من الخليط. ويجب استخدام القفازات المطاطية أثناء العمل لتفادي الإصابات من الأجزاء الحادة التي تظهر على السطح في هذه المرحلة. ويخرج الشكل من الماء ويترك حتى يجف.

٦٠- تقص قنوات التوصيل وتفصل عن العمل، ويستخدم للقص قرص الجلخ، ويمكن استعمال منشار أو مقص قضبان المعادن. ويجب الحرص على اتباع أصول السلامة أثناء استعمال الأجهزة.

يجب الحرص على إزالة أي آثار لخلطة القالب على السطح سواء داخل الشكل أو خارجه لأن بقاءها سيؤدي إلى تفاعل المعدن مع الأحماض الموجودة في الخليط والذي يتسبب عادة في تكوين ثقوب في المعدن. ويمكن ملاحظة أن بعض الأعمال المعدنية من الحضارات السابقة بها ثقوب ناتجة عن ترك بقايا الجص في الداخل.

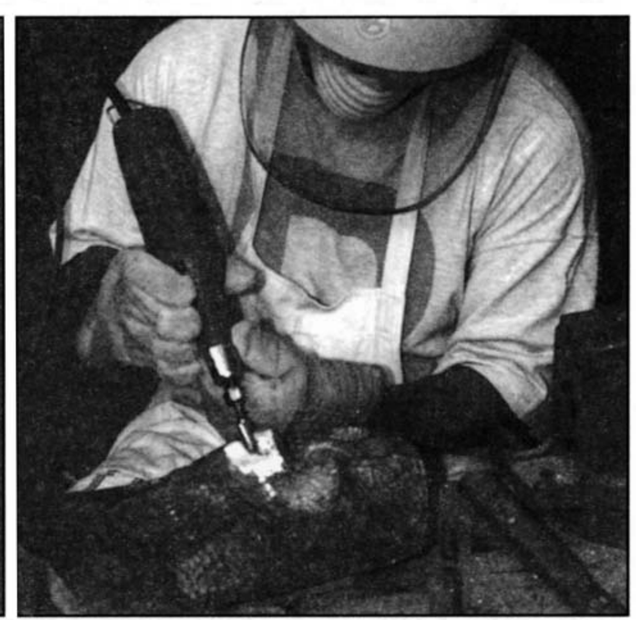
٦١- يستخدم قرص الجلخ لإزالة آثار أطراف القنوات في مناطق التقائها بالعمل.

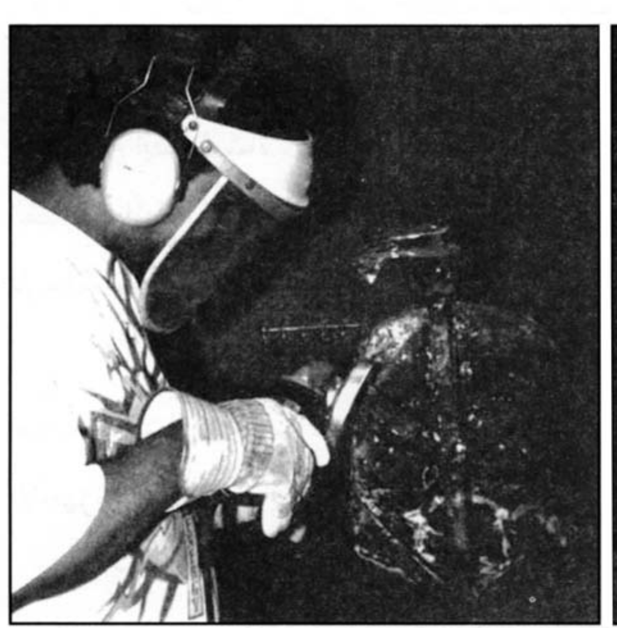
٦٢- من الملاحظ في هذه المرحلة وجود حبيبات صغيرة على سطح العمل ناجمة عن تكون فقاقيع الهواء أثناء صب القالب. كما تظهر أيضا زوائد على شكل زعانف (جدار رقيق من المعدن) تنجم عن تشقق القالب أثناء الحرق والنقل. وللتخلص من الحبيبات تزال بقلم التحديد (قلم من الحديد المصلب مسطح الرأس) من منطقة التلامس مع السطح. ويستخدم قلم التحديد لإزالة الزعانف أيضا.

٦٣- ولإزالة آثار الطرق و الجلخ تستخدم أدوات الحفر burrs..

٦٤- نقوم بالصنفرة لإزالة آثار أدوات الحفر. ابدأ بالصنفرة الخشنة إلى الناعمة حسب متطلبات العمل.

٦٥- يغمر العمل في حامض التنظيف (السلفوريك أو النتريك) برهة من الزمن لإزالة الأكسدة من على سطح المعدن (٢٠-٣٠ دقيقة)، ثم يخرج العمل ويغسل بالماء الجاري لإيقاف تفاعل الحامض، ومن ثم يترك ليجف.





الشكل رقم (٦٥). قصر القنوات إزالة الزوائد عن سطح المسبوكة.

الإخراج النهائي للعمل

المدة المتوقعة لإنجاز العمل/ يختلف الوقت حسب المظهر المرغوب.

التلوين الكيميائي

الخامات/ أحماض، فرش دهان، علب معدنية سعة لتر على الأقل، ورق صنفرة، معجون شمع.

الأدوات/ مصدر حراري (مشعل غاز).

تتفاعل بعض الأحماض والمواد الكيميائية مع المعدن وتعمل على تغيير لون سطحه. ويحدث هذا التفاعل في الطبيعة على مدى سنوات طويلة لأن عناصر التفاعل الكيميائي تحدث بشكل منفصل. ويعمل الفنانون على تعجيل هذه الظاهرة وذلك بتقديم عناصر التفاعل مجتمعة للتحكم في لون المعدن. ويجب أن يكون سطح المعدن خاليا من الدهون لذلك يغسل بالصابون والماء قبل تلوينه. وهنالك عدة وصفات لتلوين المعادن ولكن تتحكم باللون الظاهر عدة عوامل من أهمها درجة حرارة المعدن عند وضع الملون، كذلك نسبة الرطوبة وكيفية تهذيب السطح ومدى نظافته.

تلوين البرونز باللون البني

يمكن الحصول على درجات متعددة من اللون البني على سطح البرونز حسب قوة الخليط المستخدم، ولإجراء عملية التلوين ينصح باتباع الخطوات التالية:

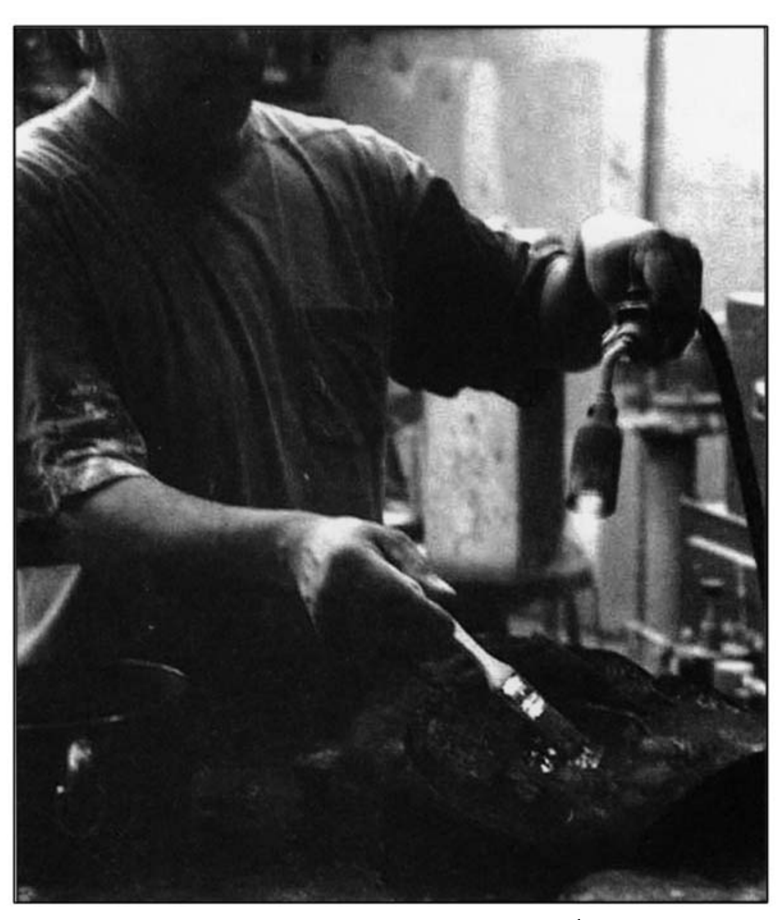
- يخلط سلفيد البوتاسيوم (كبد الكبريت) وهو عبارة عن حصيات تذاب في الماء (يسخن الماء أولا).
- تسخن منطقة صغيرة من سطح العمل بمشعل الغاز و تدهن بفرشاة صغيرة (بوصة واحدة).
- تكرر العملية حتى يدهن كافة السطح.
- يترك العمل حتى يبرد ثم تستخدم ليفة من صوف الحديد الناعم لإزالة أو تخفيف اللون في بعض المناطق لإعطاء تأثيرات فنية highlight.
- لتثبيت اللون والحفاظ عليه من التغير يدهن السطح بطبقة من عجينة الشمع بعد التلوين، وذلك بدهان السطح بطبقة رقيقة من الشمع ثم تترك حتى تجف تماما. تزال بقايا الشمع بفرشاة ناعمة- "فرشاة تلميع الأحذية"-ثم يمسح السطح بقطعة قماش قطنية لإعطاء المعدن المظهر المناسب. ويفضل دهان العمل من الداخل قدر المستطاع، و إلا تسللت الرطوبة إلى السطح الخارجي مما يؤدي إلى تغيير اللون بعد فترة من الزمن.

تلوين البرونز باللون الأخضر

يمكن الحصول على درجات من اللون الأخضر باستخدام مواد كيميائية معينة (انظر ملحق ٢)، ولتحقيق نتيجة مرضية في تلوين المعدن ينصح باتباع الخطوات التالية:

- تخلط المقادير المكونة للملون وتحرك جيدا.
- تحمى منطقة محدودة من سطح المعدن بمشعل الغاز.
- تدهن المنطقة المحماة بالخليط بواسطة فرشاة دهان صغيرة.
- يمرر المشعل على المنطقة المدهونة عدة مرات لتبخير الماء من المحلول وحتى يظهر اللون الأخضر تدريجيا على سطح المعدن. وهذه المرحلة تحتاج إلى الصبر إذ إن الخليط سيفقد لونه الأخضر ويتحول إلى لون أصفر أو بني إذا زاد تعرضه للنار.
- بعد أن يبرد العمل (يفضل تركه ليوم كامل) يعطى التأثيرات الفنية المناسبة، ثم يثبت اللون بالشمع. وينصح في هذه الحالة برش المعدن أو دهانه باللكر أو بالورنيش قبل تثبيت اللون بالشمع لأن طبقة من اللون تفقد عادة أثناء عملية التشميع.

وللمزيد من وصفات التلوين الكيميائي لبعض المعادن اللاحديدية انظر ملحق (٢)



الشكل رقم(٦٦). تلوين المعدن كيميائيا.

صقل (تلميع) المعدن

الخامات/ صابونات تلميع، قطع من القماش القطني للتجفيف، صنفرة.

الأدوات والأجهزة والعدد/ جهاز التلميع، جهاز صنفرة، دواليب تلميع.

يفضل بعض العاملين في مجال المعادن إعطاء المعدن مظهرا صقيلا، بينما لا يلجأ النحاتون إلى هذه الطريقة في الإخراج بل يفضلون الإبقاء على ملامس السطوح الأصلية دون تغيير مع إضافة الملونات الكيميائية. و يلمع السطح باستخدام دواليب التلميع، وهي عبارة عن أقراص سميكة مكونة من طبقات دوائر القماش مخاطة ببعضها. ولمساعدة الدولاب في التلميع تستخدم صابونات خاصة على هيئة قوالب تحتوي على مواد تقوم بإزالة طبقة رقيقة من على سطح المعدن. وهنالك أربع مراحل أو درجات للتلميع تحددها نوع المادة الملمعة (الصابونة) وتتدرج ابتداء من الخشن إلى الصقيل. ويدار دولاب التلميع بواسطة محرك (دينمو) يشبه المثقب الكهربائي ويدور بسرعة لا تقل عن ٣٤٥٠ لفة في الدقيقة. ويستخدم جهاز تلميع ثابت لتلميع الأعمال الصغيرة، وللأعمال الكبيرة يستخدم جهاز بتوصيلة (كابل shaft) يمتد من المحرك ويثبت في نهاية التوصيلة دواليب التلميع. ولتلميع العمل تتبع الخطوات التالية:

(يجب الالتزام بأسس السلامة بارتداء نظارات واقية، وقناع على الفم والأنف، وقفازات، وعدم ارتداء الملابس الفضفاضة)

- يصنفر السطح لدرجة متوسطة أو ناعمة (٣٠٠ أو ٤٠٠).
- يغسل السطح بالماء والصابون لإزالة آثار ورق الصنفرة، ثم ينشف بقطعة قماش قطنية أو بالهواء.
- يشغل جهاز التلميع بعد تثبيت دولاب التلميع به (يجب استخدام دولاب منفصل لكل مرحلة من مراحل التلميع).
- توضع المادة الملمعة، وذلك بلمس سمك الدولاب أثناء دورانه بصابونة التلميع.

- تبدأ عملية التلميع بتمرير منطقة محدودة من السطح تحت الدولاب وهو يدور buffing مع الضغط البسيط لزيادة تأثير احتكاك الدولاب بالسطح.
- تكرر العملية حتى يتم تلميع كافة السطح.
- يغسل السطح بالماء والصابون لإزالة آثار المادة الملمعة ثم ينشف.
- يتم تغيير عجلة التلميع وتستخدم مادة التلميع التالية (في درجة النعومة) فبل الانتقال إلى المرحلة التالية من عملية التليمع مع الحرص على غسلها بالماء والصابون بين كل مرحلة وأخرى.
- بعد الانتهاء من مراحل التلميع تحمى اللمعة برش السطح أو دهانه باللكر أو الورنيش الشفاف أو معجون الشمع. ويمكن أيضا وضع الملونات الكيميائية على السطح المصقول قبل دهانه باللكر أو الشمع.



الشكل قم (٦٧). العمل في صورته النهائية.

السبك بجهاز الشفط Vacuum Casting

خطوات التنفيذ

هـذه الطريقـة في السـبك لا تختلـف كـثيرا عـن الطـرق الأخـرى للسـبك بالشـمع المطـرود في أن النموذج الشمعي يحاط بقالب مـن الجـص، ويطـرد الشـمع ثـم يصـب مكانـه المعـدن. ويختلـف السـبك بالشفط عن الطرق الأخرى في استخدام قوة سحب الهـواء الـتي يولـدها جهـاز الشـفط لـدفع المعـدن في مكانه المحدد أثناء سكب المعدن المصهور. والأعمال المنتجة بهذه الطريقة تكون مصـممة مثـل الميداليات والنماذج الصغيرة.

الخامات

شمع قوالب، شمع قنوات.

لوح من الزجاج أو البلاستيك بسمك ٤ملم على الاقل.

شرائح من الخشب بسمك ١سم وارتفاع ٤سم وطول ١٢سم.

صابون زيتي (عازل)

جص نقي (molding plaster#١)، أو أي نوع مشابه.

جص مقاوم للحرارة (investment plaster).

دوارق مثقبة (نوع خاص يستخدم لجهاز السبك بالشفط).

صلصال زيتي (بلاستسين).

مادة مانعة لتكوين فقاقيع الهواء على سطح المعدن (يمكن استخدام البخاخات التي توظف لتليين البراغي والصواميل).

عمل قالب النسخ

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ يوم ونصف.

يمكن استخراج نسخة من عمل أصلي بأي طريقة من طرق صنع القوالب، ولكننا وسوف نتعرض لطريقة أخرى لعمل قالب نسخ للحصول على نموذج من الشمع. وتستخدم هذه الطريقة في عمل قوالب الميداليات، وذلك باتباع الخطوات التالية:

١- يعمل إطار من الخشب للحصول على مربع ضلعه ١٢سم وسمكه ٤سم، ويثبت بمسامير أو يسند بصلصال. ويوضع الإطار على قاعدة من لوح الزجاج أو البلاستيك.

٢- يدهن الإطار من الداخل بالمادة العازلة لمنع التصاقه بالجص، ولا حاجة لدهن القاعدة بالعازل.

٣- يخلط مقدار من الجص النقي الكافي لملء المربع، ويصب الخليط.

٤- بعد أن يجف الجص (قد تستغرق مدة الجفاف المبدئي ٣٠ دقيقة تقريبا) يفصل الإطار عن بلاطة الجص (القالب) بحذر لكي لا تنثلم حوافها، ثم تفصل عن القاعدة.

٥- يترك القالب في الهواء الطلق بعيدا عن الغبار معرضا للشمس بقدر المستطاع لمدة يوم كامل.

٦- يرسم التصميم على السطح الأملس من قالب الجص.

٧- يحفر الشكل الغائر للتصميم تدريجيا باستخدام أدوات الحفر، حتى ينجز التصميم بكامله على ألا يزيد عمق الحفر عن ١ملم. وللتأكد من الشكل في كل مرحلة من مراحل الحفر تضغط كمية من الصلصال الزيتي في الحفر وترفع لاظهار الشكل البارز للتصميم.

٨- بعد التثبت من العمق المناسب ووضوح التفاصيل في التصميم، ينقع القالب في الماء لطرد فقاقيع الهواء من الجص وذلك لمنع التصاق الشمع بالقالب.

٩- ينشف القالب بفوطة ورقية.



الشكل رقم (٦٨). عمل نموذج شمع من الحفر الغائر.

عمل النموذج الشمعي

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ثلاث ساعات.

١٠- يصب الشمع السائل على سطح القالب، أو يدهن السطح بالشمع السائل، على ألا يزيد سمك الشمع عن ٢ملم ويترك حتى يبرد.

١١- يفصل النموذج من القالب ويقص حسب الشكل المراد.

١٢- تثبت قناة التوصيل في منتصف سمك النموذج (لاحظ أن هنالك قناة واحدة فقط).

١٣- يوزن الشكل الشمعي لمعرفة مقدار المعدن المطلوب للسبك وذلك باستخدام المعادلة التالية:

وزن النموذج الشمعي×الجاذبية الخاصة للمعدن=وزن المعدن المطلوب لسبك النموذج (ويضاف ما يعادل ١٠-٢٠٪ من الوزن للمصب)

١٤- يتم اختيار حجم الدورق المناسب بحيث لا يقل بعد جدار الدورق من الداخل عن النموذج عن نصف السنتمر ولا يقل ارتفاع الدورق عن النموذج بمقدار ٣سم.

١٥- تثبت قناة التوصيل في منتصف الغطاء المطاطي الخاص بالدورق، وفي أغلب أنواع الأغطية تحدد منطقة المركز على هيئة قبة صغيرة في وسطها حفرة تثبت فيها قناة التوصيل، وتصبح القبة عبارة عن المصب بعد صب قالب الصب في المرحلة التالية.

١٦- يدهن أو يرش النموذج بمادة لزجة لمنع تكون فقاقيع الهواء على السطح، ويترك ليجف.

عمل قالب الصب

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ ساعتان.

١٧- يحضر الدورق بتغطية ثقوب جدارة من الخارج بشريط لاصق.

١٨-يثبت الدورق جيدا بشكل مقلوب على الغطاء المطاطي (يجب أن تكون شفة الدورق البارزة إلى الأسفل)، ويوضع شريط من الورق بارتفاع ٥ سم حول الطرف العلوي من الدورق ويثبت الشريط بشريط لاصق أو بحزام مطاطي.

١٩- يخلط الجص الخاص بقوالب الصب (المقاوم للحرارة) بالماء حسب المقادير المعروفة في سلطانية مطاطية، يخلط جيدا باليد أو يحرك بمسطرة خشبية.

٢٠- يصب الجص في الدورق ببطء لمنع تكون فقاقيع هواء داخل قالب الصب وحتى يمتلئ (حتى نهاية الدورق وليس الشريط الورقي).

٢١- يوضع الدورق في مركز قاعدة الشفط لطرد فقاقيع الهواء منه، وذلك باتباع الخطوات التالية:

- امسح قاعدة الشفط بفوطة ورقية مبللة وغط الدورق بالناقوس الشفاف.
- شغل جهاز الشفط حتى تبدأ فقاقيع الهواء في الظهور على سطح الجص (سيمنع الشريط الورقي الجص من الانتثار على قاعدة الشفط).
- اضرب بكفيك قاعدة الشفط عدة مرات لطرد فقاقيع الهواء من على السطح.
- أدر مؤشر التحكم في الهواء إلى release
- أطفئ الجهاز وانتظر حتى يصل عداد الهواء إلى الصفر.
- ارفع الناقوس وأخرج الدورق.
- امسح قاعدة الشفط والناقوس من الجص الذي ربما تناثر أثناء العمل.

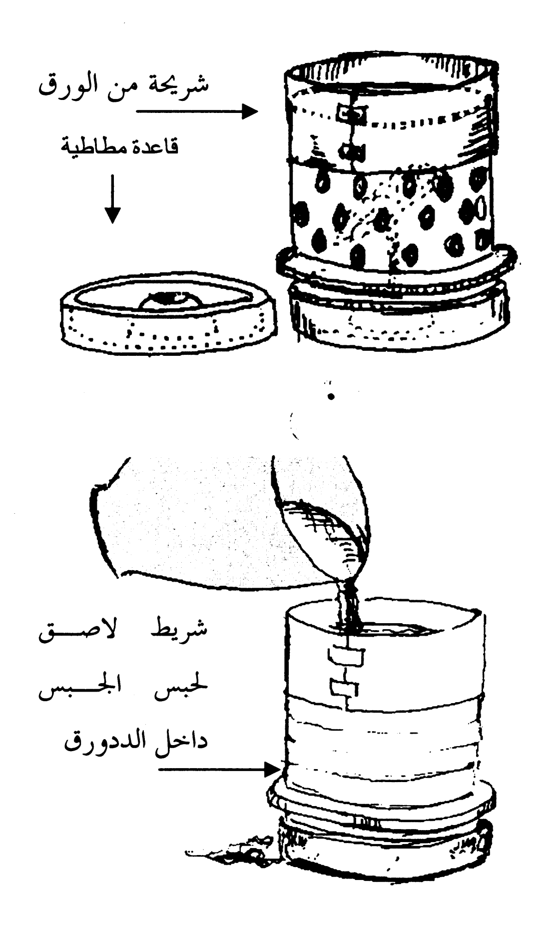
٢٢- ضع الدورق على طاولة مستوية ليجف (يستغرق الجفاف المبدئي حوالي ٣٠دقيقة).
٢٣- أزح الشريط اللاصق من على السطح الخارجي للدورق، وأزح الغطاء المطاطي.
٢٤-اترك قالب الصب حتى يجف فوق فرن الحرق.

طرد الشمع

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ يومان.

٢٥- يحمى الفرن حتى يصل إلى ١٥٠ درجة مئوية ثم يوضع قالب الصب (الدورق) في الفرن بواسطة ملقط خاص ويرفع عن أرضية الفرن بحوامل بارتفاع ١سم تقريبا (المصب يكون إلى الأسفل).

٢٦- يغلق باب الفرن وتفتح فتحة التهوية في أعلى الفرن، وترفع درجة الحرارة تدريجيا حتى تصل إلى ٧٥٠ درجة مئوية ويستمر الحرق على هذه الدرجة لمدة ساعة إلى أربع ساعات تقريبا حسب حجم القوالب. يطفأ الفرن ويترك القالب في الداخل حتى موعد السكب.



الشكل رقم (٦٩). تثبيت في القاعدة المطاطية وصب الجبس في الدورق.

سكب المعدن

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ساعة ونصف.

٢٧- أثناء تبريد قوالب الصب في الفرن يمكن البدء بصهر الكمية المحددة من المعدن في المصهر الكهربائي الصغير (يستغرق الصهر حوالي ساعة تقريبا).

٢٨- يوضع ما مقداره ملعقة إلى ملعقتين كبيرتين من الصاهر (بوراكس)، ويترك لمدة خمس دقائق تقريبا، ثم يدار المعدن بقضيب من الكربون.

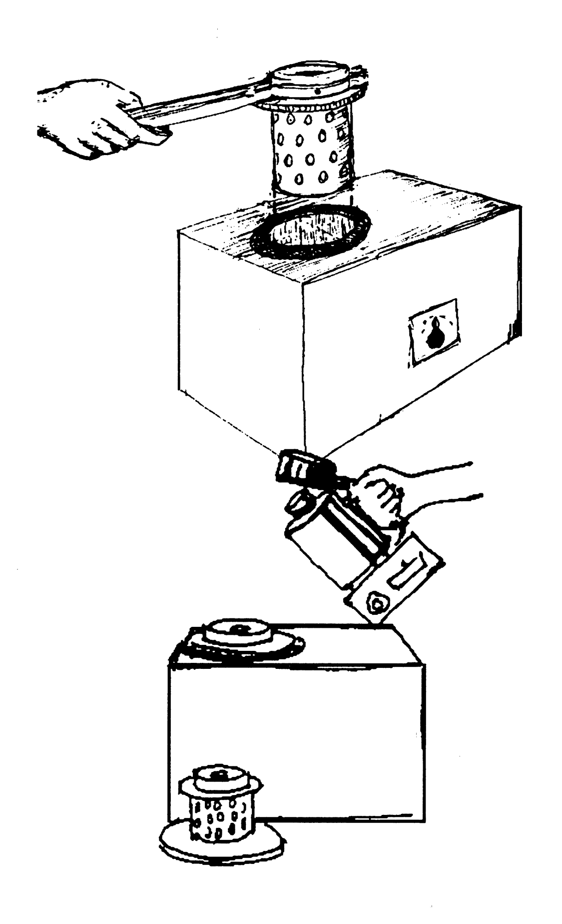
٢٩- يطفأ الفرن وينظف سطح المعدن المصهور بالمغرفة، ويوقد الفرن مرة أخرى ويترك لمدة ربع ساعة تقريبا.

٣٠- في الربع ساعة الأخيرة من عملية الصهر يخرج الدورق من الفرن بالملقط ويوضع على قاعدة من الطوب الحراري (المصب إلى الأعلى).

٣١- يعد جهاز السبك بالشفط بوضع حلقة إحكام الهواء (حلقة من المطاط) فوق فتحة الشفط.

٣٢- يرفع الدورق بالملقط وينزل في فتحة الشفط مع الحرص على تلامس شفة الدورق مع حلقة إحكام الهواء، ويشغل الجهاز للتثبت من عدم تسرب الهواء من منطقة الحلقة المطاطية.

٣٣- يسكب المعدن من المصب أثناء عمل الجهاز بشكل منتظم ومن غير تردد حتى يمتلئ المصب.



الشكل رقم (٧٠). تثبيت الدورق على جهاز الشفط وصب المعدن فيه.

٣٤- يسكب ما تبقى من المعدن في قالب السبيكة لاستخدامه في المرات القادمة (يطفأ المصهر أثناء الصب، وتلبس النظارات الواقية والقفازات أثناء العمل بالمصهر).

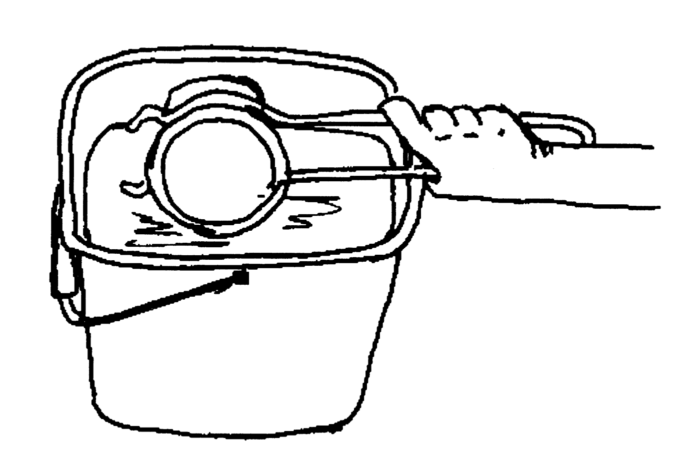
٣٥- يطفأ جهاز السبك بالشفط ويترك الدورق حتى يبدأ المعدن بالتحول من لونه الأحمر البراق إلى الأسود المطفي.

فك الدورق وتهذيب المشغولة

المدة التقديرية لإنجاز العمل تعتمد على طريقة التهذيب المرغوبة.

٣٦- يرفع القالب من فتحة الشفط باستخدام الملقط ثم يغمر في سطل أو برميل من الماء، عندها يبدأ جص القالب بالتفكك حتى تظهر المسبوكة.

٣٧- تفصل المسبوكة من الجص وتنظف بالماء الجاري والصابون، وللوقاية من الإصابة تلبس القفازات المطاطية أثناء التنظيف.



الشكل رقم (٧١). غمر القالب بعد الصب مباشرة في ماء يساعد على تفكيك الجبس وخروج المشغولة بسهولة.

٣٨- تقص قناة التوصيل عن المسبوكة (تقص بالمنشار أو حجر القص أو المقص).

٣٩- تجلخ منطقة التلاقي بحجر الجلخ الناعم.

٤٠- تزال الحبيبات المعدنية الصغيرة التي تنجم عن تكون فقاقيع الهواء أثناء عمل قالب الصب وذلك باقتلاعها من منطقة تلامسها مع السطح بأحد أقلام التحديد (قلم ذو رأس مبطط وحاد).

٤١- وتزال كذلك "الزعانف" التي تنتج من تشقق الجص أثناء الحريق والسكب بنفس قلم التحديد السابق.

٤٢- تصنفر المناطق التي تم العمل بها بصنفرة خشنة لإخفاء آثار الجلخ، ثم تصنفر كافة المسبوكة بصنفرة ناعمة وذلك باستعمال جهاز الحفر ذي الخرطوم flexible shaft.



الشكل رقم (٧٢). رنيه لايلك. دبوس (١٨٨٩-١٩٠٠م) ذهب مينا.

٤٣- تنظف المسبوكة بغمرها في حمام الحامض (النتريك أو السلفوريك المخفف ١٠[ماء]: ١[حامض]) لمدة خمس دقائق.

٤٤- تغسل المشغولة بالماء لإيقاف التفاعل الكيميائي وتجرى عمليات التلوين أو التلميع المناسبة لإظهار العمل.

السبك بالطرد المركزي Centrifugal Casting

خطوات التنفيذ

يتيح جهاز السبك المستخدم في هذه الطريقة باستغلال قوة الطرد (من المركز إلى الخارج) التي يولدها الجهاز أثناء دورانه على محور ثابت. وتقوم "قوة الطرد المركزي" بإطلاق المعدن المصهور من البوتقة إلى الدروق فيشغل الفراغ الناجم عن طرد الشمع. وتستخدم هذ الطريقة لعمل الحلي المسبوكة بالمعادن النفيسة.

الخامات:

- شمع قنوات.
- شمع قاس للحفر عليه (يتم اختيار اشكال الأنابيب المبططة من الاعلى لعمل خاتم).
- جص مقاوم للحرارة investment plaster.
- مادة مانعة لتكون فقاقيع الهواء على سطح المعدن (يمكن استخدام البخاخات التي توظف لتليين البراغي والصواميل).

إعداد النموذج

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ ساعتان.

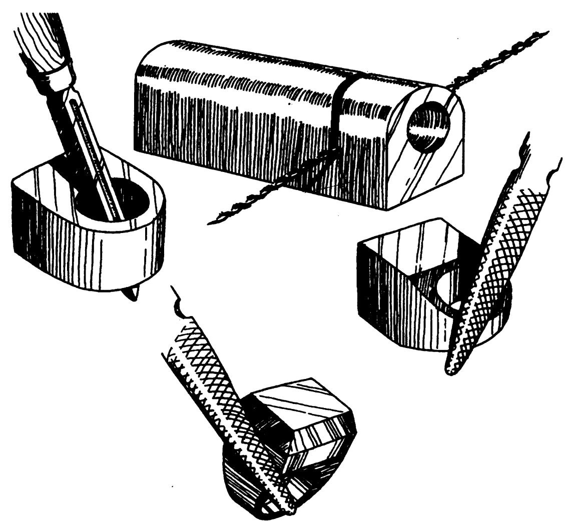
الأدوات والأجهزة والعدد/ جهاز حفر، أدوات حفر (burrs)، منشار يدوي دوار دقيق (منشار الصائغ)، مبارد للشمع، سراج بفتيل، أدوات تشكيل الشمع.

١- يقص الشمع بالمنشار حسب الحجم المطلوب، ولاحظ أن الحجم الحالي من الشمع سينكمش بنسبة ٥-٧٪ بعد سبك المعدن، كما أن عمليات التهذيب والصنفرة ربما تغير هذه النسبة.

٢- تستعمل أدوات الحفر لعمل الأشكال البارزة من التصميم ابتداء من الأجزاء الأساسية إلى التفاصيل وتوظف الأدوات الدقيقة لهذا العمل.

٣- تستخدم المبارد لإزالة الأجزاء المطلوب إزالتها.

٤- تستخدم أدوات تشكيل الشمع بتحميتها على السراج ذي الفتيل ثم تسييح بعض مناطق التصميم حسب الرغبة لإضافة عنصر الليونة في التصميم. ولهذه الطريقة في إعداد النموذج احتمالات كثيرة فمن الممكن على سبيل المثال القطع من الشمع بأدوات الحفر فقط لإعطاء التصميم ميزة الحدة (crispy)، كما يمكن الأهتمام بعنصر الليونة في الشكل بالاعتماد على الخطوط الملتوية والأشكال الدائرية.



الشكل رقم (٧٣). إعداد النموذج بالتشكيل المباشر للشمع.

٥- بعد الانتهاء من التشكيل تثبت قناة التوصيل. ولضمان توصيل المعدن إلى النموذج بطريقة مضمونة يوصى بأن يميل بزاوية ٤٥ درجة، وأن لا تتلاقى قناة التوصيل عموديا بالنموذج.

٦- يوزن النموذج مع القناة لمعرفة مقدار المعدن المطلوب لسبك النموذج.

٧- يطلى أو يرش النموذج بمادة مانعة لتكون فقاقيع الهواء (صابون سائل). ويترك حتى يجف.

٨- تثبت قناة التوصيل في القاعدة المطاطية، ثم يثبت الدورق بإحكام في القاعدة المطاطية مع مراعاة ترك مسافة لا تقل عن ١سم بين النموذج وجدار الدورق.

عمل قالب الصب

المدة التقديرية لانجاز العمل/ ساعة

الأدوات والأجهزة والعدد/ ميزان، جهاز طرد الهواء بالذبذبات، سلطانيات مطاطية، دورق صب، جهاز السبك بالطرد المركزي.

٩- تحضر المقادير اللازمة لصب القالب (ماء+جص مقاوم للحرارة). يوضع الماء في السلطانية ثم يضاف مسحوق الجص تدريجيا.

١٠- يمزج الخليط جيدا باليد.

١١- يصب الخليط في الدورق.

١٢- يوضع الدورق على جهاز الذبذبات ويشغل الجهاز ويثبت الدورق باليدين. يعمل الجهاز على خلخلة الهواء داخل الخليط لدفع فقاقيع الهواء من داخل الخليط إلى السطح. يطفأ الجهاز بعد طفو قفاقيع الهواء على سطح الدورق.



الشكل رقم (٧٤). تحضير الجبس وخلطه.

١٣- يرفع الدورق ويوضع على طاولة مستوية حتى يجف جفافا مبدئيا (٢٠-٣٠ دقيقة تقريبا).

١٤- يقلب الدورق وينزع الغطاء المطاطي.

١٥- يوضع الدورق فوق الفرن ليجف (يسخن الفرن قبل البدء بعملية الحرق حتى ١٥٠ درجة).

طرد الشمع

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ ٥-١٢ ساعة حسب حجم الدوارق.

الأدوات والأجهزة والعدد/ فرن، ملقط.

١٦- يوضع الدورق في الفرن (بعد تسخينه) ويسخن تدريجياً حسب الجدول المذكور سابقاً.

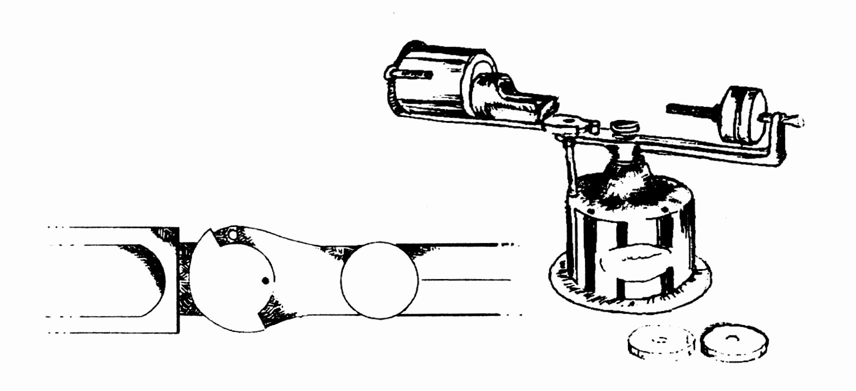
١٧- يبرد الفرن حتى يصل الى درجة الحرارة المناسبة للسبك (١٥٠ درجة).

توازن جهاز الطرد المركزي

١٨- يجب قبل طرد الشمع توازن جهاز السبك لتفادي تطاير المعدن وعدم انطلاقه الى داخل الدورق. ولوزن جهاز الطرد المركزي تتبع الخطوات التالية :

- اختر الحامل المناسب لحجم الدورق وضعه في طرف ذراع السبك في الجهاز امام حامل بوتقة الصهر صهر المعدن.
- ضع الدورق على الحامل على أن يكون المصب باتجاه المركز.
- اختر بوتقة الصهر المناسبة لحجم البوتقة وضعها على الحامل على ان تكون فتحة البوتقة في خط واحد مع مصب الدورق.
- ضع ما يعادل وزن المعدن المطلوب للسبك في البوتقة.
- فك مسمار الارتكاز في وسط ذراع الجهاز حتى يمكن أرجحته إلى الخلف والامام.

- ثبت مفصل ذراع السبك (بعد مركز ذراع الجهاز) بشكل مستقيم موقتا بعود ثقاب ليصبح ذراع الجهاز بكاملة مستقيما.
- وازن الذراع بوضع أو إزالة الأثقال في الطرف الآخر منه (ذراع الأوزان).
- اربط مسمار الارتكاز وازل أعواد الثقاب.



الشكل رقم (٧٥). توازن جهاز الطرد المركزي.

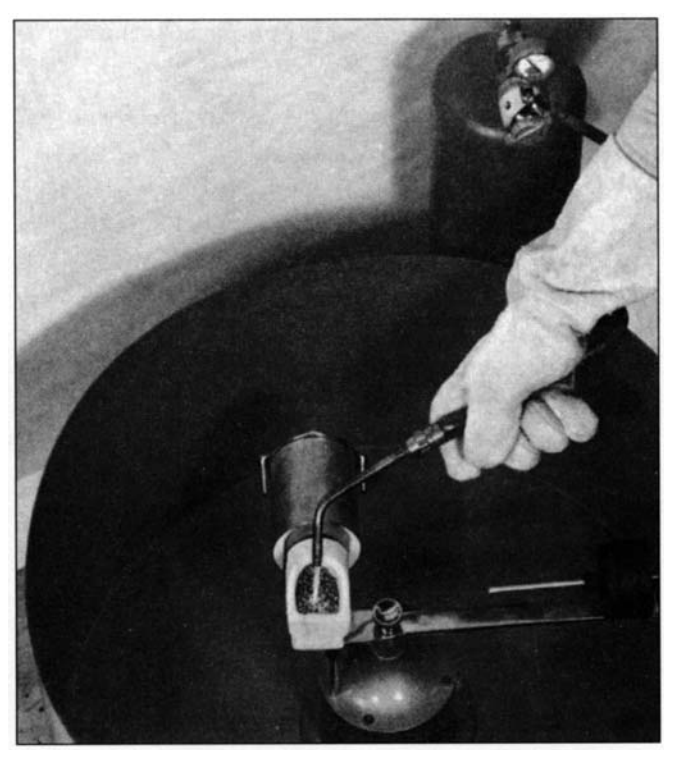
سكب المعدن

المدة التقديرية لإنجاز العمل/ ساعة.

الأدوات والأجهزة والعدد/ جهاز الطرد المركزي، ملقط، مصدر حراري (أوكسيستلين).

١٩- يوضع المعدن المطلوب للسبك في البوتقة وينثر عليه مقدار نصف ملعقة صغيرة من الصاهر (بوراكس).

٢٠- يشحن الجهاز بالقوة الكافية للدوران عن طريق لف الذراع ثلاث أو خمس دورات باتجاه دوران الساعة حسب حجم الدورق فكلما زاد حجم الدورق زادت عدد اللفات. ويوقف الذراع من الارتداد في الاتجاه المعاكس بواسطة مسمار مثبت في قاعدة الجهاز(مسمار التثبيت).



الشكل رقم (٧٦). صهر المعدن في بوتقة جهاز السبك بالطرد المركزي.

٢١- يخرج الدورق من الفرن بواسطة الملقاط ويوضع على حامل الدورق في طرف جهاز الطرد المركزي ويجب أن يكون المصب مواجها لفتحة البوتقة وعلى استقامة معها.

٢٢- يوضع ذراع السبك بشكل قائم لذراع الأوزان.

٢٣- يصهر المعدن بمشعل الأوكسيستلين. ويجب لمس المعدن بالثلث الأول من الشعلة فقط لتجنب الأكسدة التي تحدث عند استخدام وسط الشعلة (تكون الحرارة أقل في هذه المنطقة).

٢٤- بعد أن ينصهر المعدن تماما يدفع الذراع باتجاه الساعة ويمسك باليد لإنزال مسمار التثبيت، ويرفع المشعل ويطلق الذراع، عندها يندفع المعدن المصهور من البوتقة إلى المصب في الدورق.

٢٥- يطفأ المشعل.

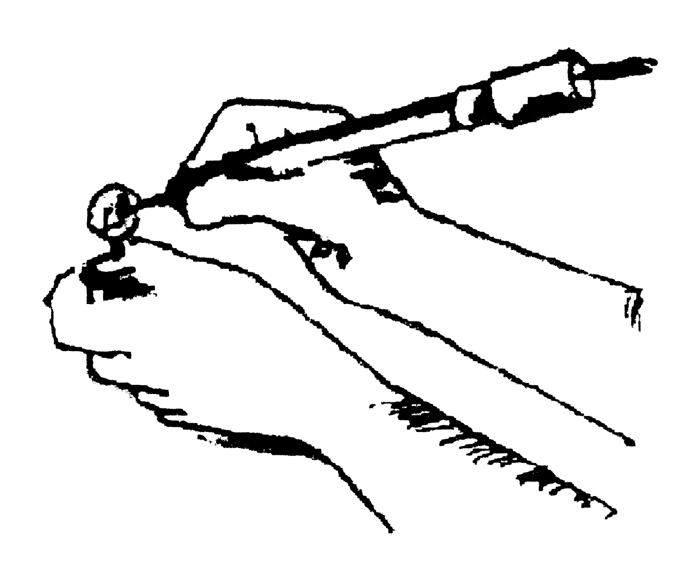
فك الدورق وتهذيب العمل

الأدوات والأجهزة والعدد/ جهاز الطرد المركزي، ملقط، برميل به ماء، جهاز حفر ذو خرطوم flexible shaft.

٢٦- يترك الجهاز حتى يتوقف، ثم يرفع الدورق من الحامل بالملقط ويغمر في برميل الماء عندها سيبدأ الجص بالتفكك حتى تظهر المسبوكة.

٢٧- تخرج المسبوكة وتنظف من بقايا الجص.

٢٨-تفصل قناة التوصيل عن العمل بواسطة المنشار، ثم يستخدم جهاز الحفر لإزالة آثار المعدن الزائد.

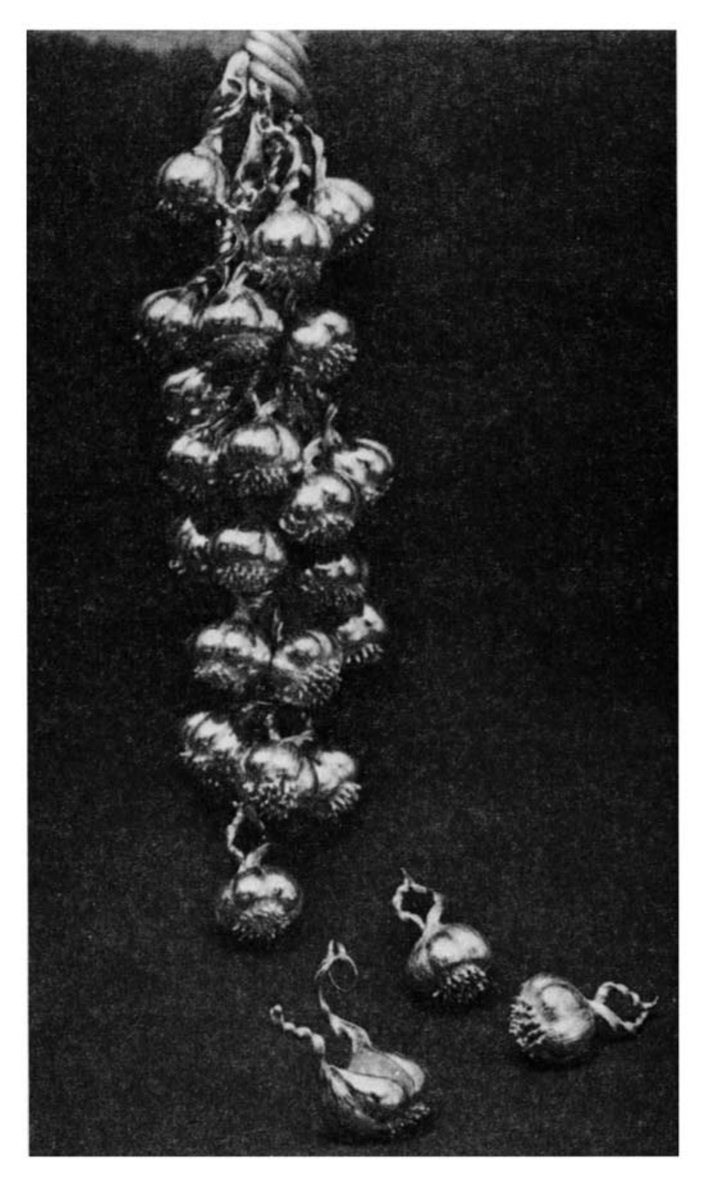


الشكل رقم (٧٧). يستخدم جهاز الحفر ذو الخرطوم في عمليات التشذيب والتهذيب.

٢٩- يصنفر السطح بمخاريط الصنفرة بالتدرج من الخشن إلى الناعم (يستخدم جهاز الحفر).

٣٠- لتلميع العمل تستخدم دواليب التلميع الصغيرة وجهاز الحفر.

٣١- ولحفظ السطح من التأكسد (في حالة استخدام الفضة) يرش السطح بالأكريليك الشفاف أو بأي مادة عازلة اخرى.



الشكل رقم (٧٨). كيري أدال. "قلادة ثوم" فضة إسترلينية.

السبك بالقشرة الخزفية Ceramic-Shell Casting

طريقة التنفيذ

تعد هذه التقنية من الطرق الحديثة في السبك، بعد أن ظلت الطريقة التقليدية في عمل قالب الصب للشمع المطرود تستخدم لقرون في عمل المنحوتات والإعمال المعدنية المعمارية. وتستخدم هذه الطريقة في إنتاج الأشغال المعدنية المسبوكة ذات الحجم المحدود وبتفاصيل دقيقة. وتتميز هذه الطريقة

عن غيرها من طرق السبك بخفة وزن قالب الصب وتحمله للصدمات والحركة أثناء نقل العمل بين مراحل الإنتاج. ومن أهم المزايا في هذه الطريقة هو قصر المدة المطلوبة لطرد الشمع ، فالأعمال الصغيرة لا يستغرق حرق الشمع منها وطرده أكثر من نصف ساعة ، كما لا يحتاج قالب أقصى ارتفاعه حوالي ٦٠ سم سوى أربع ساعات لطرد الشمع منه.

وتستخدم الطريقة التقليدية في عمل النموذج من الشمع ، ويمكن استخدام أي خامة يمكن حرقها دون أن تترك أثرا مثل الفحم أو الكربون. ويمكن التخلص من هذه الترسبات بواسطة دفع هواء من ضاغط الهواء (كمبرسر) من خلال فتحة الصب. ومن المعروف أن هذه التقنية تقبل الاجتهادات الخاصة والتجريب للوصول إلى أفضل النتائج.

نظام القنوات

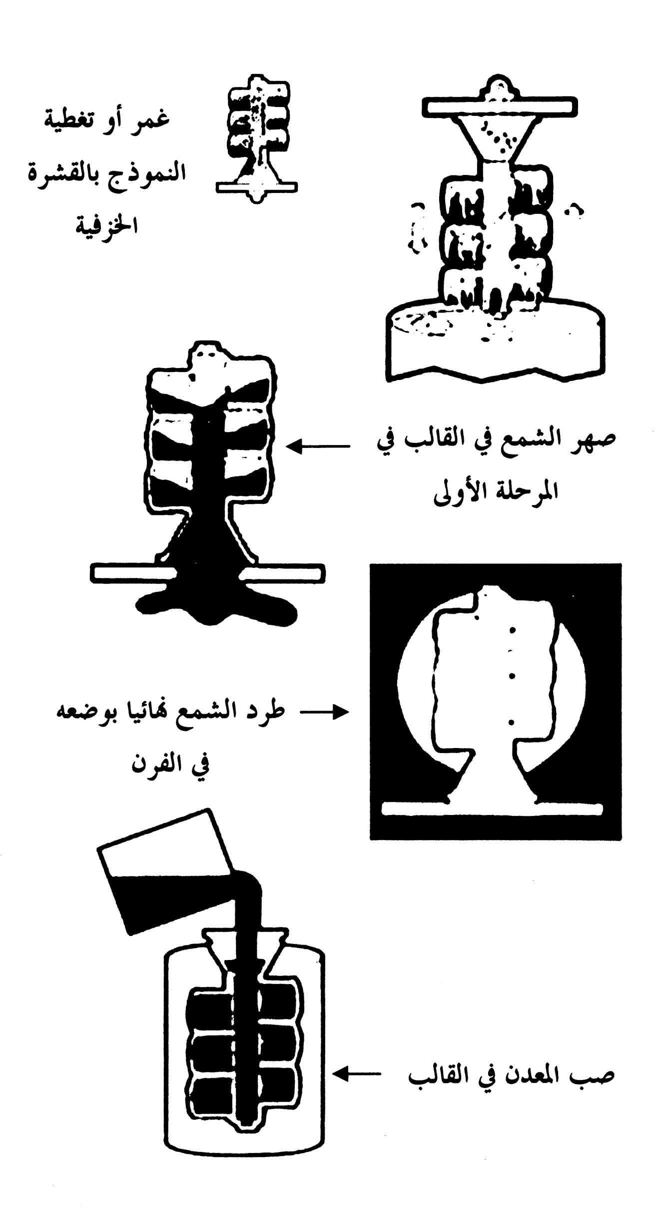
يتكون نظام القنوات في السبك بطريقة القشرة الخزفية من المصب والذي يتصل مباشرة بالعمل ، وعدد محدود من القنوات التي تتصل بجسم العمل في أماكن متعددة ، بينما لا يحتاج لعمل قناة للصب من الأسفل كما يتم عادة في الطريقة التقليدية. و يتم الاستغناء عن قنوات التهوية بسبب مسامية قالب الصب. ويكفي المعدن الذي يتجمع في المصب لتغذية المعدن عند حدوث أي انكماش ونقص في المعدن بأي من أجزاء العمل في المشغولات البسيطة ، أما الأشكال المعقدة فيمكن عمل قنوات تغذية في مرحلة عمل القنوات بالشمع.

قالب الصب Investment

يجب أن يكون نموذج الشمع خاليا من المواد العالقة والدهون والغبار ليلتصق الطين السائل بالشمع ويكون جدارا يغلفه. ويمكن استخدام الصابون السائل والسوائل الخاصة بهذا الغرض من الباعة المتخصصين. ومن الضروري أن تلتصق الطينة السائلة بالجدار في الطبقة الأولى بالكامل ، أو يتم غسل ما علق بالنموذج وتعاد الكرة من جديد.

ويتم بناء القشرة الخزفية بتكرار غمس النموذج عدة مرات في الطين السائل (يخلط في إناء من البلاستيك أو الستينلس ستيل) ويفصل بين كل طبقة والأخرى طبقة من المواد المقاومة للحرارة

refractory material علـى هيئـة مسـحوق جـاف مثـل الجـروج grog (فخـار محـروق ومطحـون) أو السلكاتsilica. ولضمان التصاق المواد الحرارية وعدم سقوطها أثناء غمسها بعد ذلك، فينصح بوضع المواد الحرارية على الطين الطري ثم يترك العمل لينشف بالكامل قبل غمره في الطين مرة ثانية. ويكتفى بغمر نموذج الشمع في الطينة السائلة ثلاث مرات حتى يصل سمك القشرة من ١-٢ سم.



الشكل رقم (٧٩). إعداد النموذج للسبك بالقشرة الخزفية

طرد الشمع Burn-out

لابد من إذابة الشمع من القالب بسرعة لتفادي تشققه من جراء تمدد الشمع، ولابد من إزالة الشمع من فوهة المصب أولا لكي يسمح بمرور بقية الشمع، ويستخدم لذلك عدة وسائل:

يمكن استخدام ضوء الأشعة الحرارية فوق الحمراء infrared وذلك بتسليطه على القالب فتتخلل الأشعة القشرة الخزفية وتعمل على إذابة الطبقات العليا من الشمع مكونة طبقة من السائل تسمح بعد ذلك بقية الشمع للخروج أثناء عملية الحرق في الفرن.

ويمكن استخدام قضيب ساخن من الحديد يدخل من فوهة الصب حتى يصل إلى قناة الصب الرئيسية والنموذج الشمعي، محدثا قناة فارغة تمتص تمدد الشمع أثناء المرحلة التالية.

ويمكن كذلك استخدام مشعل الغاز في إذابة الشمع في هذه المرحلة الأولية من الحرق، إذ يتم وضع القالب مقلوبا (فتحة الصب إلى الأسفل) على شبك من الحديد. يسلط لهب النار على فتحة المصب لإسالة الشمع وطرده، ومن ثم يتم الانتقال إلى المناطق المجاورة لذلك حتى يتم إزاحة الطبقة الأولى من الشمع في الأماكن الأبعد من المصب.

عند عمل عملية الطرد الأولية للشمع يوضع القالب في فرن الحرق (burn-out kiln) الذي تم تسخينه مسبقا لدرجة٥٥٠ درجة (١٠٠٠ ف) حتى يسيح الشمع بسرعة. وربما تكون هذه الطريقة من الطرق المفضلة في طرد الشمع.

بعد الطرد الأولي للشمع يوضع القالب في الفرن وترفع درجة الحرارة بين ٦٠٠ و ٧٥٠ تقريبا (يتم تسخين الفرن إلى الدرجة المطلوبة قبل وضع القالب). و تستمر عملية الحريق من نصف ساعة إلى ساعتين حسب حجم وتفاصيل العمل. ويمكن تأكيد انتهاء عملية طرد الشمع عندما يتوقف الدخان ولا يظهر أي أثر للكربون الأسود في فوهة الصب (يتحول إلى لون رمادي عادة).

يصب المعدن المصهور بعد ذلك من خلال فتحة الصب بالطريقة المعتادة.



الشكل رقم (٨٠). ضياء عزيز ضياء حلم الإنسان (موكيت لعمل ميداني). بونز.



الشكل رقم (٨١). سامي محمد ومقاومة، برونز.

٨

طرق أخرى في سبك المعادن

لقد كنا شرحنا من خلال الأجزاء السابقة الطرق التي يوظف فيها نموذج الشمع ، ولكن هنالك طرق يستخدمها الفنانون تعتمد على نموذج من خامات مثل الخشب ، أو الفلين ، أو هي لا تعتمد على النموذج البتة....

السبك باستعمال قالب الرمل.

سبك نموذج الفلين.

السبك بالقالب المجزأ.

السبك بقالب الفحم

السبك بالقالب المكشوف.

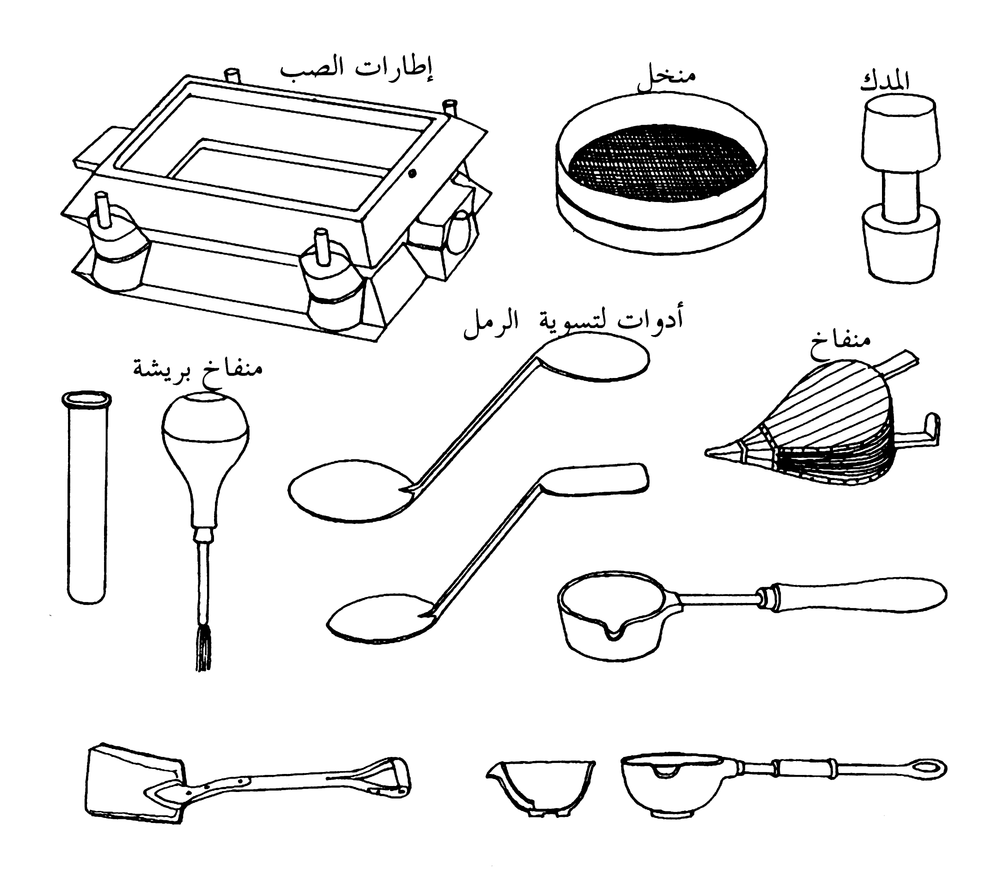
السبك المباشر.

السبك باستعمال قالب الرمل
Sand Casting

في هذه التقنية يستخدم الرمل المرطب بالماء في عمل قالب الصب. و يستخدم السبك بقالب الرمل عادة في إنتاج الأشكال المتماثلة النصفين ، أو الأعمال ذات الوجه الواحد كالزخارف البارزة التي توضع على خلفية مستوية. وعلى المستوى الصناعي تستخدم التقنية لإنتاج أجزاء الآلات وقطع الغيار ولكن ذلك يحتاج إلىمهارة وخبرة طويلة.

الرمل: يمكن استخدام الرمل العادي (يفضل الرمل الناعم)، فيرطب بالماء قبل الاستعمال. وهناك رمل خاص يباع في المحلات المتخصصة يسمى "الرمل الأخضر" وهو عبارة عن سليكا (رمل) ومسحوق البنتونايت (متوفرة في الأسواق لدى محلات بيع أدوات المسابك) وهي مادة تزيد من لدانة الطينة الخزفية وهي تساعد على تماسك القالب. وأفضل أنواع الرمل هو"الرمل الرطب" و يحتوي على رمل ناعم جدا يسمى أوليفين (Olivine sand) مع نسبة من الزيت النباتي وهو لا يحتاج إلى ترطيب. ويعاد استخدام هذا النوع من الرمل حتى يفقد رطوبته، عندها يضاف إليه كمية من الزيت.

قالب الصب: يتكون القالب المستخدم في السبك بالرمل من نصفين، (cope & drag) وهما عبارة عن إطارين من الحديد ارتفاع كل نصف ١٥سم تقريباً ويمكن عمل الإطارين من الخشب. يدك الرمل فيهما حول النموذج، بعد ذلك يرفع ليترك فراغا يملأ بالمعدن المصهور.



الشكل رقم(٨٢). الأدوات المستخدمة في سبك قالب الرمل.

النموذج: يستخدم النموذج لعمل طبعة غائرة من الشكل المسبوك ثم يزال من القالب. وأغلب النماذج المستخدمة من الخشب المدهون بالورنيش أو من المعدن أو البلاستيك وهذا يمكن من استخدام النموذج مرات متعددة. ويصعب استعمال الأشكال المعقدة التي تحتوي على قطعات تحتية (undercuts) كنماذج للسبك بالرمل. ونظرا لطبيعة خطوات التنفيذ لا يمكن استخدام النماذج اللينة مثل الصلصال أو ما شابهه أو النماذج المطاطية. ويستخدم الفلين الصناعي (polystyrene foam) في عمل النماذج، ولكن ذلك يسمح باستعمالها مرة واحدة فقط، وسوف نتعرض لطريقة السبك بنموذج الفلين فيما بعد.

المادة العازلة: يستعمل العازل لمنع الرمل من الالتصاق بالنموذج وكذلك يوضع بين نصفي القالب. ومن الخامات المستخدمة كعازل مسحوق التلك (مسحوق يستخدم للأطفال)، والنشا، ومسحوق الطباشير، ومسحوق الجرافايت. ويربط العازل في حزمة من قماش الكتان و"يغربل" به المناطق المراد عزلها.

المدك: أداة من الخشب ذات طرفين الأول أسطواني وحوافه مدورة، والثاني على شكل مثلث (wedge) يستخدم للضغط على الرمل حول النموذج ليتماسك الرمل مكونا كتلة واحدة. ويمكن استعمال قطعة مربعة من الخشب لتحقيق نفس النتيجة.

لوح القاعدة ولوح الغطاء: لوحان من الخشب المدهون بالورنيش بسمك ٣/٤ البوصة، وبنفس حجم وجه القالب أو يزيد قليلا. ويستخدم اللوح الأول كقاعدة تحت القالب، أما اللوح الثاني فيستخدم كغطاء فوق القالب.

سنعرض فيما يلي خطوات السبك لشكل ذي وجه واحد باستخدام الرمل العادي.

الخامات

رمل ناعم، ماء، مادة عازلة.

الأدوات والأجهزة والعدد: منخل (لنخل الرمل)، بخاخ لبخ الماء، قالب الرمل، لوح القاعدة ولوح الغطاء، منفاخ هواء يدوي، مدك، مخرز، مسطرة من الخشب، مصهر.

تحضير الرمل

١- يحضر الرمل وينخل جيدا وينشر على طاولة العمل.

٢- يرش الماء فوق سطح الرمل ويخلط الرمل جيدا.

٣- ولاختبار صلاحية الرمل لقالب السبك يؤخذ منه قدر كف ويضغط باليد لعمل كرة من الرمل ؛ فإذا تماسكت فهذا مؤشر على صلاحية الرمل للقالب ، أما إذا التصق الرمل في اليد فهذا يدل على زيادة كمية الماء ، وفي هذه الحالة يعرض الرمل لحرارة الشمس أو يوضع في الفرن لتجفيف بعض الماء.

تحضير قالب الصب

٤- يوضع لوح القاعدة على سطح طاولة مستوية.

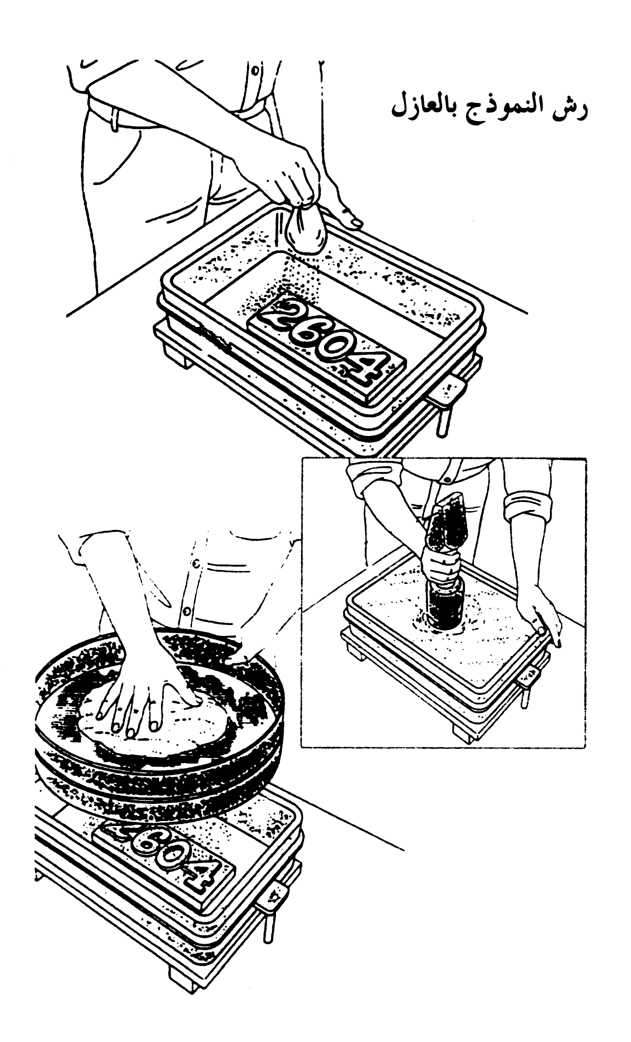
٥- يوضع الإطار الأول من القالب مقلوبا فوق لوح القاعدة.

٦- يوضع النموذج في مركز الإطار موجها إلى الأعلى.

٧- يغربل سطح النموذج بالعازل.

٨- يستخدم المنخل لغربلة الرمل الذي تم تحضيره فوق سطح النموذج ، وبعد تغطية ٢سم فوق سطح النموذج ، يتم الضغط بالأصابع على الرمل حول محيط النموذج ، ثم يضغط على الرمل ابتداء من محيط النموذج إلى جدار إطار القالب. والهدف من هذه الخطوة تثبيت النموذج في مكانه وتأكيد التفاصيل.

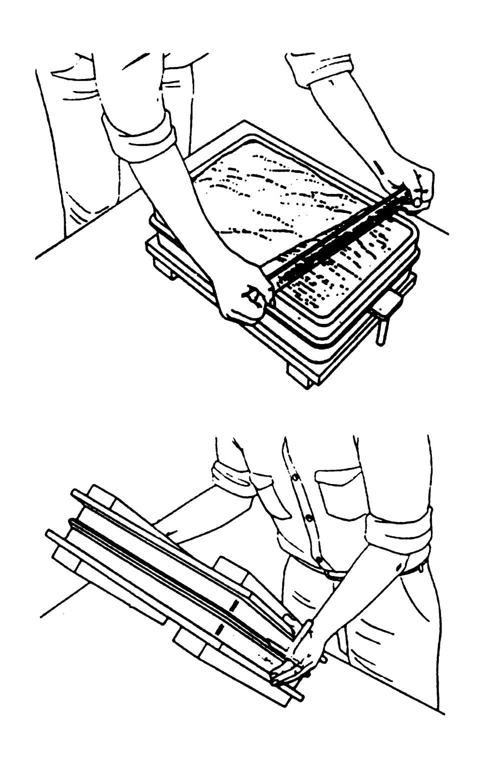
٩- ينثر الرمل بالتدريج في داخل الإطار ويدك الرمل ابتداء من المركز إلى محيط القالب. تكرر العملية السابقة حتى يطفو الرمل فوق مستوى القالب.



الشكل رقم (٨٣). خطوات تحضير قالب الرمل.

١٠- يكشط الزائد من الرمل بالمسطرة ليستوي سطح الرمل مع حافة القالب العلوية.

١١- يغطى سطح القالب باللوح الخشبي (الغطاء) ويقلب القالب لجعل النموذج إلى الأعلى وذلك بمسك حافة اللوحين باليد اليمنى والحافتين المقابلتين باليد اليسرى وقلبه.



الشكل رقم (٨٤). تهيئة قالب السبك.

١٢- يرفع الغطاء وتطرد ذرات الرمل التي تساقطت على النموذج بواسطة المنفاخ وتملأ المناطق التي لم يصلها الرمل وبالذات حول أطراف النموذج.

١٣- يغربل سطح القالب والنموذج بكامله بالعازل.

١٤- يثبت الإطار الثاني من القالب فوق الإطار السابق، يملأ القالب بالرمل ويدك دكا جيدا باستعمال أداة الدك.

١٥- في إحدى الزوايا وعلى بعد ٤سم من جدار القالب تثقب قناة الصب والمصب بعمق ارتفاع إطار القالب العلوي باستعمال أنبوب قطره ٣/٤، وحول الثقب يحفر قمع لتكوين المصب.

١٦- وفي الزاوية القطرية المقابلة يثقب لفتحة التهوية بعمق ارتفاع إطار القالب العلوي.

١٧- تعمل ثقوب في الرمل فوق سطح النموذج لتصريف الغازات أثناء صب المعدن باستعمال المخرز أو أي سلك بالسمك المناسب. وهذه الثقوب لا تصل إلى القالب بل تبعد عن سطح النموذج بحوالي ١سم.

١٨- يرفع الإطار العلوي للقالب ويوضع جانبا، يرفع النموذج بحذر.

١٩- بعد ترميم الأماكن التي تساقط منها الرمل في داخل الشكل تحفر قناة تصل بين قناة الصب والشكل، وكذلك قناة تصل بين فتحة التهوية والشكل.

٢٠- يثبت الإطار العلوي مرة أخرى فوق الإطار الأول.

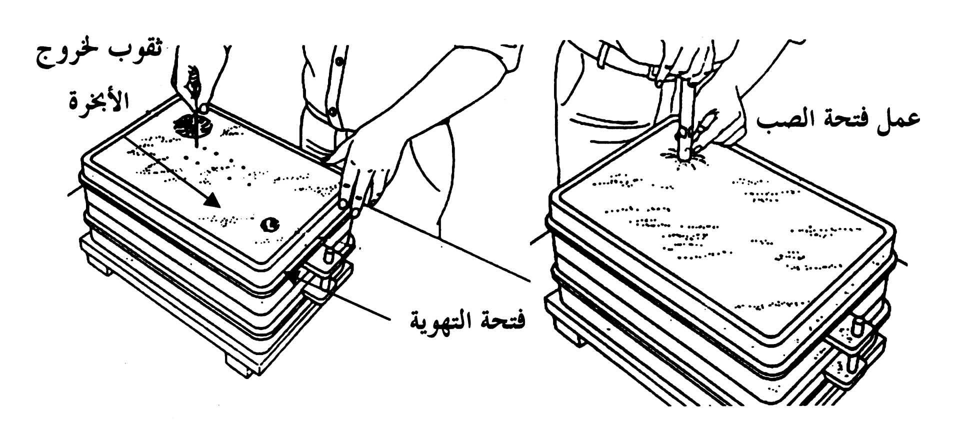
صب المعدن وإخراج العمل

٢١- يقدر المعدن المطلوب للسبك حسب حجم العمل مع الأخذ في الاعتبار أن العمل سيكون مصمتا، ويصهر المعدن في بوتقة الصهر في المصهر الكبير او المصهر الكهربائي.

٢٢- يصب المعدن المصهور من المصب حتى يظهر من خلال فتحة التهوية.

٢٣-عندما يبرد المعدن يرفع القالب العلوي، ثم تخرج المسبوكة من قالب السبك.

٢٤- ينظف المعدن وتقص مناطق التقاء القنوات بالشكل، ثم تجلخ. ونظرا لطبيعة الأعمال الفنية التي تسبك بالرمل فإن ملمس الإعمال عادة ما يكون خشنا لذا تستخدم فرشاة سلك الحديد في تنظيف المعدن للمحافظة على ملمس العمل.



الشكل رقم (٨٥). تهيئة القالب للصب.

سبك نموذج الفلين

تستخدم النماذج المصنعة من الفلين الصناعي (polystyrene foam) في سبك الأشكال الأكثر تعقيدا باستعمال طريقة السبك بالرمل. وكما ذكرنا من قبل فإن هذه الطريقة في السبك تتيح استعمال النموذج لمرة واحدة فقط ؛ لأن الفلين يدفن في الرمل ومن خلال فتحة الصب يسكب المعدن، وعندما تلمس الحرارة سطح الفلين فإنه يتبخر بسرعة تاركا مكانه فراغاً يشغل بالمعدن المصهور.

الخامات/ رمل ، ماء لترطيب الرمل ، فلين صناعي.

الأدوات والأجهزة والعدد/ منخل ، مصهر ، مدك ، قالب السبك بالرمل ، لوح القاعدة ، مخرز ، مشرط ، جهاز قص الفلين بالسلك الحراري ، قنديل بفتيل.

تتيح هذه الطريقة سبك نسخة واحدة من العمل الفني بشكل مصمت ، لذا يجب الأخذ بعين الاعتبار ألا يتعدى سمك العمل ٥ سم تقريبا ؛ وذلك لأن زيادة السمك عن هذا الحد ربما لا يعطى نتيجة مرضية في السبك. ويفضل استخدام الألمنيوم للسبك كما يستحسن استخدام الفلين ذي الضغط العالي أو الفلين الذي يباع في بخاخ.

تحضير نموذج الفلين

١- يمكن قص الفلين بالسلك الحراري أو المشرط الحاد أو المنشار الدوار لتحديد الشكل العام للعمل.

٢- تعمل التفاصيل بتحريك المشرط على قنديل بفتيل ، ثم إزالة ما لا حاجة إليه ، أو تسييح مناطق معينة من الشكل. ويمكن الحفر في الفلين بالمواد البترولية كالبنزين والثنر ، ولكن من الصعب التحكم بالنتائج في هذه الحالة ، ولإيقاف تفاعل المواد البترولية بالفلين يغمر العمل في الماء.

٣- تثبت في طرف القالب قناة من الفلين (قناة الصب).

٤- ينخل الرمل ويرطب بالماء حتى يصل إلى الكثافة المطلوبة.

٥- يوضع الإطار السفلي على لوح القاعدة وتنثر فيه كمية من الرمل المرطب حتى تصل إلى ارتفاع ٤سم تقريبا بعد دكه بأداة الدك.

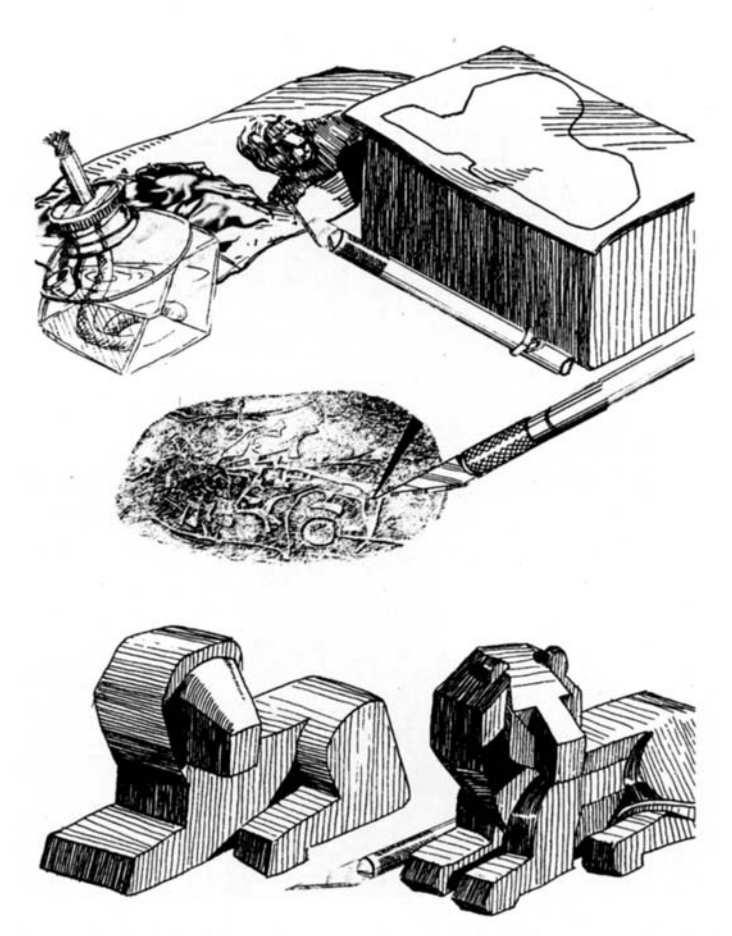
٦- يوضع النموذج في مركز الإطار وتنخل عليه كمية من الرمل ثم يضغط الرمل بالأصابع حول الشكل، وتضاف كمية أخرى من الرمل لتغطية الخلفية وتضغط باليد ثم تدك بأداة الدك.

٧- يضاف الرمل في الإطار تدريجيا ويدك حتى يمتلئ، فإذا تم تغطية النموذج وقناة الصب فهذا يكفي لصب المعدن، أما إذا لم يكف ارتفاع الإطار فيستخدم الإطار الثاني.

٨- يضاف الرمل حتى يرتفع عن قناة الصب بنحو ٢سم تقريبا.

٩- تحفر حفرة على شكل قمع لتكوين المصب فوق قناة الصب، بحيث تظهر قناة الصب في عمق القمع.

١٠- تثقب قناة التهوية بسلك سميك أو بالمخرز بحيث تلمس سطح النموذج (يفضل عمل فتحتي تهوية).



الشكل رقم (٨٦). تحضير نموذج الفلين.

صب المعدن وإخراج العمل

١١- يقدر المعدن المطلوب للسبك حسب حجم العمل مع الأخذ في الاعتبار أن العمل سيكون مصمتا. يصهر المعدن في بوتقة الصهر في المصهر الكبير أو المصهر الكهربائي.

١٢- يصب المعدن المصهور من المصب، عندها يذوب الفلين ويتبخر بسرعة، فيشغل المعدن الفراغ حتى يظهر على سطح القالب من فتحة التهوية، وهذا مؤشر على امتلاء الشكل بالمعدن.

١٣-عندما يبرد المعدن تخرج المسبوكة من قالب السبك.

١٤- ينظف المعدن وتقص مناطق التقاء القنوات بالشكل، ثم تجلخ. ونظرا لطبيعة الأعمال الفنية التي تسبك بالرمل فإن ملمس الأعمال عادة ما يكون خشنا؛ لذا تستخدم فرشاة سلك الحديد في تنظيف المعدن للمحافظة على ملمس العمل.



الشكل رقم (٨٧). هزاع الهزاع (طالب جامعي). مجسم (٢٠٠٣م). ألمنيوم (القاعدة رخام أسود).



الشكل رقم (٨٨). الفن الإسلامي– عمل في سمرقند. برونز (١٣٩٩م). يزن ٢ طن، قطره ٢٤٥سم.

السبك بالقالب المجزأ

تشبه هذه التقنية طريقة صب القوالب في مجال الخزف، إذ يتكون القالب من عدة أجزاء تجمع حول نواة تبعد عن جدار القالب بمقدار سمك معين، وعندما يصب المعدن المصهور يشغل الفراغ مكونا جدار المسبوكة. وعادة تنقش الزخارف الخارجية على الجدار الداخلي للقالب للزخارف الخارجية وعلى النواة للزخارف الداخلية. وقد استخدم السباكون الصينيون في عهد أسرة "شانج" وأسرة "زاو" هذه التقنية لعمل أوان مسبوكة من معدن البرونز. كما استخدمها المسلمون في عمل أوان كبيرة لحفظ الماء.

وقد اخترنا هنا مشروعا يقدم هذه التقنية في أبسط أشكالها، إذ أن الشكل الذي اخترناه (قناع) يتكون من نصفين، ولكن على الرغم من محدودية هذه التقنية إلا أنها تتيح إنتاج أعمال أكثر تعقيدا وبالأخص الأواني المفتوحة الفوهة.

الخامات

رمل.

جص البناء.

خلطة قالب سابق.

ماء.

طينة طرية أو صلصال زيتي.

الأدوات والأجهزة والعدد

أدوات تشكيل الخزف، فرادة العجين، برميل لخلط الجص، منفاخ، منشار لقص المعدن، مادة عازلة (صابون)، فرن، مصهر، جهاز حفر، جهاز جلخ، أدوات صنفرة، أدوات تشكيل الشمع.

خطوات العمل

١- العمل الذي سنعرضه في هذا المشروع هو عبارة عن قناع هندسي ذي وجه واحد، وقد تم عمل الشكل بطينة الخزف، ولكن النموذج في مراحله الأولى لم يحتو على أي نقش أو زخارف على سطحه. وقد استخدمت أدوات تشكيل الخزف لعمل الشكل العام وبعض التفاصيل الغائرة، كما تم استعمال سطح طوبة لتحقيق الملمس الخشن في مركز الشكل. ويجب وضع العمل على قاعدة مستوية.

٢- تدهن خلفية العمل (لوح الخشب أو غيره) بالمادة العازلة كالصابون، ويترك ليجف. ولا بد أن يكون الطين طريا وإلا التصق بقالب الصب في المراحل القادمة، ولتطرية الطين يرش بالماء ويغطى بشريحة من البلاستيك لفترة حتى يتشرب الطين بالماء.

٣- خلطة القالب تحضر من نفس خلطة قالب السبك بالجاذبية والتي تتكون من المقادير التالية:

جزء واحد من الجص+جزء واحد من الرمل+جزء واحد من مخلفات قالب صب سابق+كمية بسيطة من مسحوق الصلصال.

وتستخدم مخلفات قوالب الصب التي انتهى صبها من قبيل التوفير ولتساعد على تماسك القالب أثناء الحريق. ولتحضير بقايا القوالب تفتت إلى قطع صغيرة، ثم تسحن بآلة خاصة، ثم تصفى الشوائب بالمنخل.

ويمكن أيضا الاستعاضة عن ذلك بالجص المقاوم للحرارة في عمل القالب، رغم ارتفاع سعره فهو مكلف للأعمال الكبيرة الحجم.

٤- تجهز كمية (في سطل سعة جالون واحد) من الخليط وذلك بوضع الماء أولا (١/٣ الصطل) ثم الخلطة حتى تتشبع كمية الماء بالخليط، أو تستخدم النسب الموصى بها من الماء والخليط. ويمزج الماء والخليط جيدا.

٥- يدهن سطح العمل بالمزيج للحصول على التفاصيل الدقيقة في القالب، ثم يضاف المزيج تدريجيا لبناء طبقة متساوية في السمك قدر المستطاع.

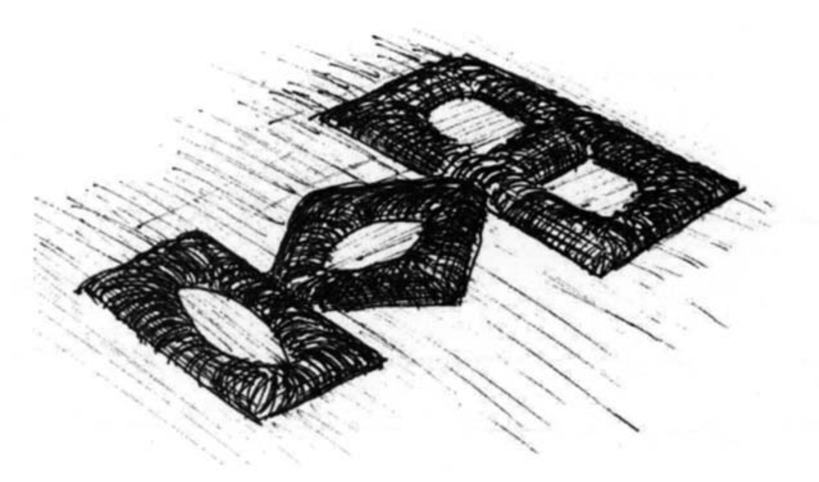
٦- تكرر عميلة بناء قالب الصب حتى يصبح سمك الجدار ٦- ٨ سم.

٧- يهذب السطح الخارجي للقالب بواسطة سكينة المعجون؛ وذلك لتسهيل تناول العمل فيما بعد.

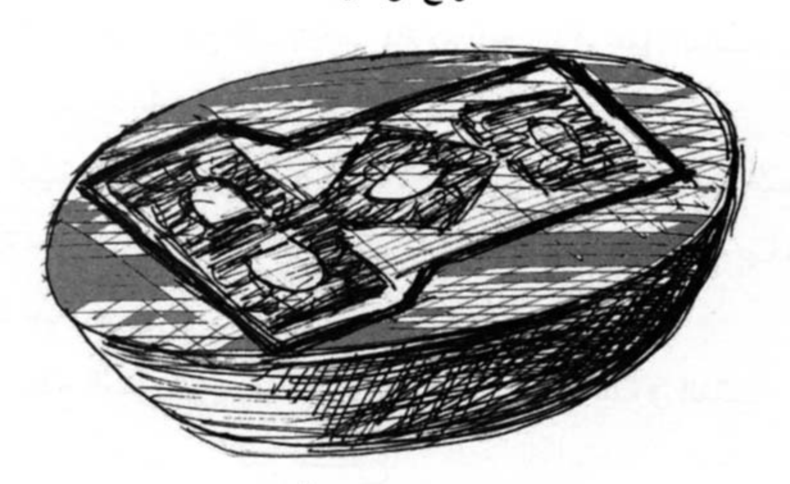
٨- يترك القالب ليجف (٣٠ دقيقة تقريبا) ثم يفصل عن القاعدة.

٩- يرفع النموذج ويتم ترميم المناطق التي لم تكتمل أثناء صب المزيج.

١٠- تحفر الزخارف البارزة في الشكل باستعمال أدوات تشكيل الشمع. ويستعمل المنفاخ لإبعاد ذرات الجص والرمل التي تتساقط أثناء العمل. ونظرا لوجود كمية من الرمل في القالب فإن الخطوط ربما يظهر بها حبيبات صغيرة، و يمكن التخلص منها أثناء الصنفرة بعد صب المعدن، أو تترك لإعطاء تنوع في ملامس السطوح. (يفضل ترك القالب ليجف لمدة يوم كامل ثم حفر الزخارف عليه).



نموذج من الطين



القالب بعد صب النصف الأول

الشكل رقم(٨٩). الخطوات الأولى لتحضير القالب المجزأ.

١١- يحفر حول الشكل إطار بعمق ١سم ليكون مفتاح التثبيت مع الجزء الثاني من القالب.

١٢- يدهن سطح القالب بالعازل (صابون)، ويترك حتى يجف (خمس دقائق).

١٣- تفرد الطينة في شريحة بسمك ١/٢سم تقريبا، ويبطن بها جدار الشكل الغائر لتكوّن قشرة بسمك واحد في كافة أجزاء الشكل.

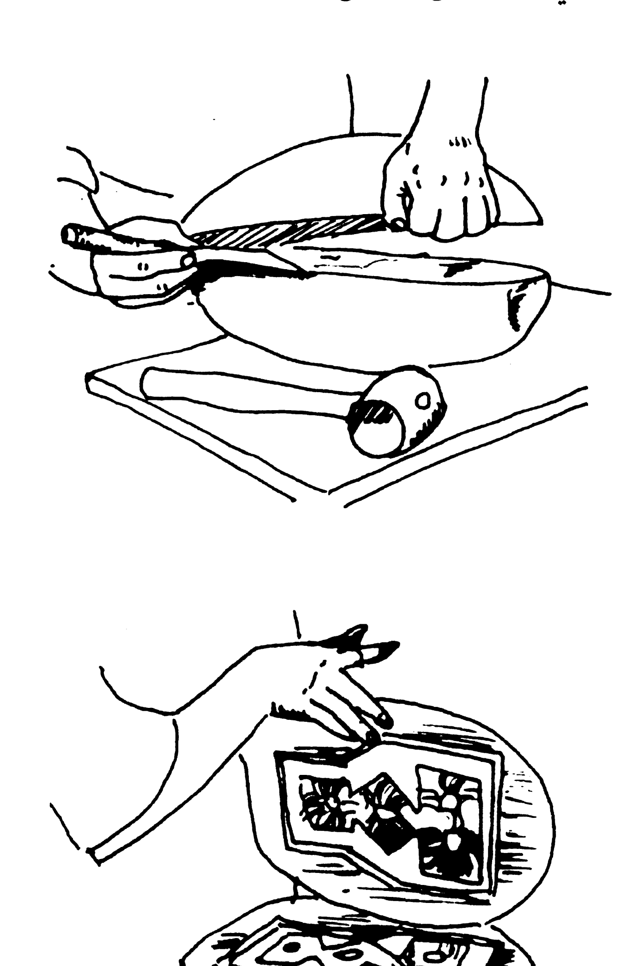
١٤- تمزج كمية محدودة من خلطة قالب الصب وتغطى بها الطبقة الأولى من الجزء الثاني من القالب.

١٥- يبنى الجزء الثاني من القالب بالخلطة حتى يصل إلى نفس سمك الجزء الأول من القالب.

١٦- يهذب السطح الخارجي للقالب بسكين المعجون لتسهيل تناول العمل في المراحل القادمة.

١٧- يفصل نصفا القالب عن بعضهما وذلك بطرق حافة القالب بمطرقة مطاطية (لإحداث خلخلة) في منطقة مابين الجزأين ومن ثم يفصل الجزآن.

١٨-يزال الجدار الطيني من داخل الشكل.



الشكل رقم(٩٠). عمل قالب الصب المجزأ.

١٩- يحدد مكان المصب وتحفر قناة الصب في الجزء الأول من القالب، وفي هذا العمل هنالك قناتا صب تتفرعان بزاوية ٤٥ درجة وتصبان في أعلى الشكل. ومن الجانب الآخر تتفرع فتحة التهوية متجهة إلى الأعلى.

٢٠- يثبت نصفي القالب ببعضهما ويسخنان داخل الفرن بدرجة ٢٠٥ درجات مئوية لمدة ٢٠-٣٠ ساعة تقريبا لطرد بخار الماء من القالب، ولا يكفي تجفيف القالب في الشمس لأن الجص به نسبة من بخار الماء تبقى به حتى لو كان جافا. وإذا أهملت هذه الخطوة فإن بخار الماء سيمنع المعدن المصهور من دخول القالب ويحدث ما يشبه البركان حيث يتطاير المعدن المصهور في الهواء، أو أن الشكل المصبوب لا يكتمل صبه.

٢١- يخرج القالب من الفرن وتدهن منطقة تطابق النصفين بمادة لاصقة مكونة من ورنيش برتقالي وهو ورنيش عضوي يضاف إليه مقدار من أكسيد الحديد لتثخينه وجعله مقاوما للحرارة العالية. ويربط بشرائط الحديد لإحكام تماسك جزأي القالب أثناء تمدد وانكماش القالب.

٢٢- يثبت القالب في صندوق من الحديد ويدك الرمل حول القالب لإحكام تماسك القالبين.

٢٣- يصهر مقدار المعدن المطلوب ويصب في القالب.

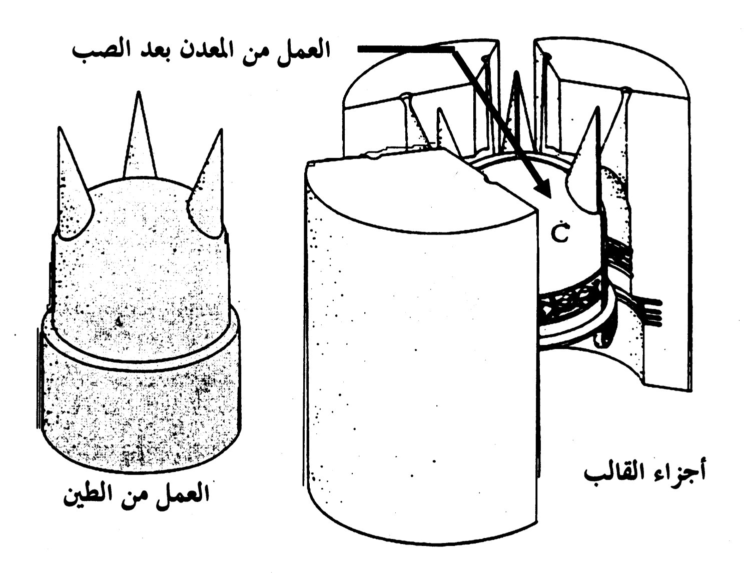
٢٤- بعد أن يبرد المعدن يفك القالب وتخرج المسبوكة.

٢٥- تفصل قنوات التوصيل عن الشكل وتجلخ مناطق التقائها حتى تتساوى مع مستوى الشكل.

٢٦- يتبع ذلك صنفرة السطح بدرجات من الصنفرة تبدأ من الخشن إلى الناعم.

٢٧- لتوحيد الملمس العام للسطح يتم حكها بفرشاة الحديد الدائرية التي تدار بأداة كهربائية.

٢٨- ينظف المعدن بالحامض المخفف لإزالة آثار الأكسدة التي تحدث أثناء السبك إذا تطلب تلوين المعدن كيميائيا أو طلاؤه بالكهرباء، أو يمكن ترك تأثيرات الأكسدة العشوائية.



السبك بالقالب المجزأ في الصين

قام السباكون الصينيون بعمل جرار معدنية كبيرة كانت تستخدم لفظ السوائل باستخدام طريقة القالب المجزأ من عدة أجزاء. وكان العمل ينشأ من الطين وبدون زخرفة. يقسم قالب الصب إلى عدد من الأجزاء، وتحفر على حائط القالب الداخلي بعد جفافه بأدوات حادة. تغلق أجزاء القالب ويبطن بطبقة من الطين بسمك المعدن، وتصب النواة. و بعد أن يزال جدار الطين تدخل أجزاء القالب والنواة إلى الفرن لطرد الماء منها. وبعد أن تخرج يصب المعدن في الفراغ الداخلي بين النواة.

السبك بقالب الفحم

تستخدم هذه الطريقة لسبك الأعمال الصغيرة بالفضة على وجه الخصوص. ويمكن الحصول على أشكال ذات وجه واحد تصلح لعمل المشغولات الصياغية. وتتميز المسبوكات المنتجة بهذه الطريقة بفطريتها وبدائيتها.

الخامات والأدوات

- قطعتا فحم (١٠×١٠سم تقريبا).
- أدوات حفر (ظفر) معدنية.
- مصدر حراري (شعلة الأكسيستلين).

طريقة العمل

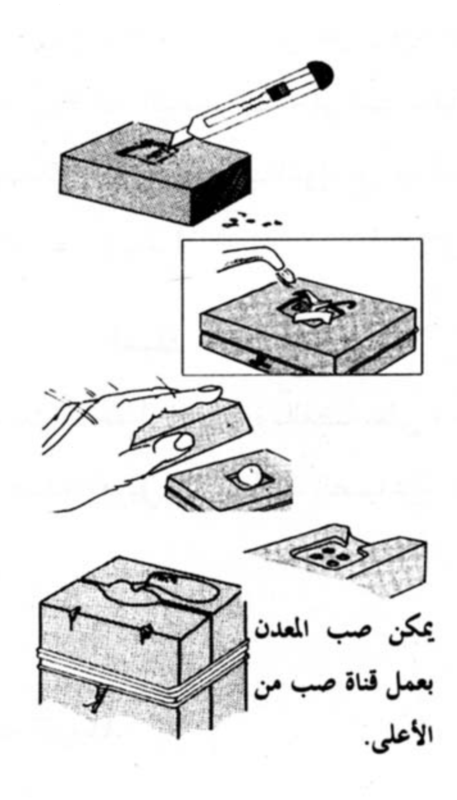
١- تسطح قطعتا الفحم بالصنفرة الخشبية أو بالمبرد، وتستخدم إحدى القطعتين كقالب والأخرى كغطاء. وتختلف أنواع الفحم حسب اختلاف الأخشاب التي تنتج منها؛ لذا ابحث عن الأنواع التي تخلو من التشوهات والحفر. ويوجد لدى باعة أدوات الصياغة طوبات من الفحم جيدة لمثل هذه الطريقة.

٢- يحفر الشكل على القالب بعمق ١ملم تقريبا. ولتأكيد الشكل المحفور يمكن ضغط كمية من الصلصال في الحفر وإزالته للحصول على الشكل البارز للحفر.

٣- يوضع المعدن في الحفرة، ويسخن بالمشعل حتى ينصهر. ومن خصائص المعدن عند الانصهار أنه يتجمع على هيئة كرة، وهنا تأتي الحاجة إلى الغطاء (قطعة الفحم الثانية).

٤- يرفع المشعل عن المعدن ويطبق على القالب بالغطاء.

٥- تحكم قطعة الفحم فوق القالب حتى يتماسك المعدن، ثم يرفع الغطاء. يمكن إنتاج ٣-٤ نسخ من قالب الفحم.



الشكل رقم (٩١). خطوات سبك قالب الفحم.

السبك بالقالب المفتوح

يعد القالب من الرمل أو الجص ويحفر الشكل على السطح ثم يصب فيه المعدن. وتستخدم في هذه التقنية المعادن المنخفضة الصهر مثل البيوتر، والألمنيوم. وفي المشروع المعروض هنا استخدم الألمنيوم وقالب الرمل. ويمكن إنتاج الأعمال المسطحة التي لا تزيد عن ٢سم في السمك ولها وجه واحد. ويصعب التحكم بالتفاصيل.

خطوات التنفيذ

١- يحضر الرمل ويدك في إطار قالب الرمل أو على مساحة رملية مستوية.

٢- يضغط التصميم أو يحفر على السطح مباشرة بعمق لا يزيد عن ٢سم.

٣- ينظف السطح وأماكن الحفر.

٤- في أحد أطراف الشكل تقام كومة من الرمل المدكوك بارتفاع ٥ سم تقريبا، وفي قمة التلة يحفر قمع (المصب) وعلى جانب الكومة المطلة على الشكل تحفر قناة (قناة الصب) بحيث تصل بين المصب والشكل.

٥-يصهر المعدن في بوتقة صغيرة.

٦-يصب المعدن المصهور في المصب فيمر من قناة الصب لتعبئة الشكل.

٧-وبعد الصب مباشرة وقبل أن يبدأ المعدن بالبرود تنثر عليه طبقة من الرمل، وهذا يساعد على تبريد المعدن ببطء.

٨-بعد أن يبرد المعدن يخرج الشكل من تحت الرمل وينظف بالماء وليفة الصوف الحديدي.



الشكل رقم(٩٢). سبك القالب المفتوح.

السبك المباشر

في الأعمال الصياغية التجريبية وفي هذه التقنية يعمد الفنان إلى توظيف الأشكال العشوائية التي تحدث بالصدفة أثناء سبك المعادن. ولا تستخدم الأشكال كما وجدت بل يقوم المصمم في أغلب

الحالات بالتأليف والمواءمة بين أجزاء العمل للحصول على التأثير الجمالي المطلوب. وكغيرها من الطرق التجريبية تفتح الباب على مصراعيه لتجارب أخرى لتوسيع دائرة الإبداع و التجديد.

الخامات والأدوات

برميل (من الحديد) لا يقل ارتفاعه عن ٤٠سم.

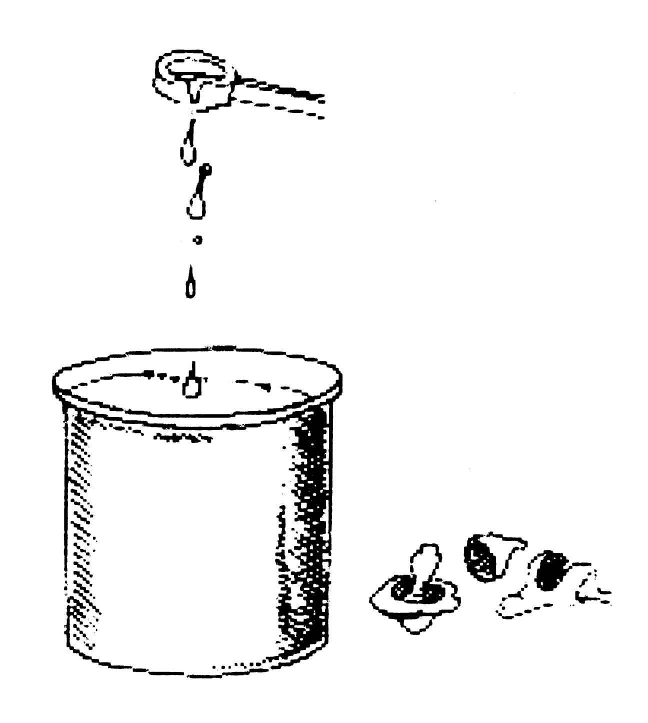
ماء.

بوتقة صغيرة تمسك بحامل.

مساعد صهر (فلكس).

مصدر حراري (شعلة الأكسيستلين).

منشار دقيق، لحام.



الشكل رقم(٩٣). السبك المباشر ينتج منه أشكال عشوائية.

طريقة العمل

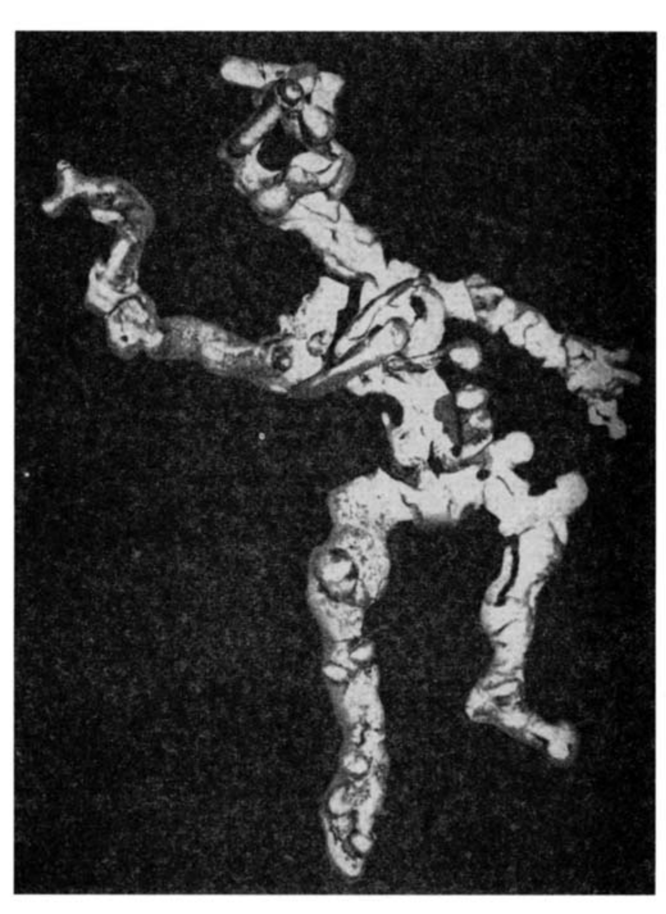
١- يملأ البرميل بالماء البارد.

٢- توضع كمية من المعدن في البوتقة ويضاف إليها مساعد الصهر لتسهيل الانصهار وتنظيف المعدن.

٣- يصب المعدن المصهور في برميل الماء فتتكون بذلك أشكال عشوائية وكتل غريبة من المعدن من الصعب الحصول عليها بطرق السبك الاعتيادية.

٤- تكرر عملية الصهر والدلق للحصول على أشكال مختلفة.

٥- يمكن استخدام هذه الأشكال بصفة مفردة مع حذف بعض الأجزاء. ويقوم المصمم غالبا بالموائمة بين عدة أشكال مستخدما على سبيل المثال القص والتوصيل.



الشكل رقم (٩٤). أشكال عشوائية تم تثبيتها ببعضها البعض بالحرارة. فضة.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

حسن، زكي محمد. *فنون الإسلام*. بيروت: دار الرائد العربي، ١٤١٠هـ/ ١٩٨١م.

عكاشة، ثروت. *الفن المصري القديم*. ج١، مصر: الهيئة المصرية للكتاب، ١٩٩٠م.

يونان، رمسيس. *"عصر النهضة" في محيط الفنون*. [ص ص ٢٦٣- ٣٠٠]. مصر: دار المعارف، ١٩٧٠م.

ريد، هربرت. *معنى الفن* (ترجمة) سامي خشبة. مصر: الهيئة المصرية العامة للكتاب، من سلسلة القراءة للجميع ١٩٨٩م.

هاوزر، أرنولد. *الفن والمجتمع*. ج٢، ترجمة فؤاد زكريا. مصر: الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر، ١٩٧١م.

مولر، جزيف. *الفن في القرن العشرين*. ترجمةمها الخوري. سوريا: دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر، ١٩٨٨م.

ثانياً: المراجع الأجنبية

Aldred, C. *Jewels of the Pharaohs*. London Thames and Hudson Ltd., 1978.

Atil, E., Chase, W.T. and Jett, P. *Islamic Metalwork in the Freer Gallery of Art*. Washington, D.C: Smithsonian Institution, 1985.

Baer, E. *Metalwork in Medieval Islamic Art*. Albany, NY: State University of New York Press, 1983

Delbanco, D. H. *Art of Ritual: Ancient Chinese Bronze Vessels from Arthur M. Sacker Collections*. Cambridge, Mass: The Arthur M. Sacker Foundation, 1983.

Hitchcock, H. Out *of the Fiery Furnace: Casting Sculpture from Ceramic Shell Molds*. Los Altos, CA: W. Kaufmann, 1985.

Hobbs, J. *Art in Context* 2nd ed., San Diego: Harcourt Brace Jovanovich, Publishers 1980

Read, H. *The Art of Jean Arp*. New York: H. N. Abrahms, 1968

Read, H. *The Art of Sculpture* 2nd ed., New York: Pantheon Books, 1961

Tait, H. (Ed.) *Jewelry: 7000 Years*. New York Harry N. Abrams, Inc., Publisher,. 1986

ثالثاً: مصادر إضافية

أولاً: مواقع على شبكة الإنترنت:

الجمعيات والمنظمات:

المجلس الأمريكي للحرف American Craft Council http://www.craftcouncil.org/

جمعية الصاغة لأمريكا الشمالية Society of North American Goldsmiths http://www.snagmetalsmith.org

مصممو الحلي والمجوهرات

المجلة الدولية للتربية الفنية والتصميم International Journal of Art & Design Education http://www.blackwell-synergy.com/loi/jade?close=2006#year2006

أعمال الصياغة المعاصرة contemporary jeweler alternatives
http://www.alternatives.it/index.html

المصممة ألس ونتر Winters Elise http://www.elisewinters.com

متاحف عربية وعالمية:

متحف الفن الإسلامي– الدوحة قطر
http://www.mia.org.qa/#home

متحف الفن الإسلامي بالقاهرة.
http://www.eternalegypt.org/EternalEgyptWebsiteWeb/HomeServlet?ee_website_action_key=action.display.site.details&language_id=3&element_id=1032

متحف فكتوريا والبرت– لندن **Victoria & Albert Museum**

http://www.vam.ac.uk/index.html

متحف المتروبولتان للفن بنيويورك

http://www.metmuseum.org/

المتحف البريطاني– لندن

http://www.britishmuseum.org/default.aspx

متحف اللوفر– فرنسا

http://www.louvre.fr/llv/commun/home.jsp?bmLocale=en

متحف الإميتاج– روسيا

http://www.hermitagemuseum.org/html_En/index.html

المتحف الوطني بكوريا– سيؤل.

http://www.museum.go.kr/main/index/index002.jsp

متحف رينا للفنون– صوفيا

http://www.museoreinasofia.es/index_en.html

معهد الفنون في شيكاغو

http://www.artic.edu/aic/

متحف الأكرابوليس– اثنيا

http://www.theacropolismuseum.gr/?pname=Home&la=2

متحف طوكيو الوطني– طوكيو

http://www.tnm.jp/?lang=en

معهد سمثسونيان– واشنطون

/http://www.si.edu

متحف الأكاديمية الملكية البريطانية– لندن

/http://www.royalacademy.org.uk

اكاديمية الفنون بفلورنسا

/http://www.accademia.firenze.it/new

متحف الفن الحديث بنيويورك

www.moma.org

متحف الفن الحديث سانفرانيسكو

/http://www.sfmoma.org

مجلات متخصصة في السبك:

International Journal of Metalcasting

/http://www.metalcastingjournal.com

Modern Casting

/http://www.moderncasting.com

Incast

http://www.investmentcasting.org/incast.asp

Sculpture Magazine

http://www.sculpture.org/redesign/mag.shtml

ثانيا: العدد والخامات والأدوات:

الرميزان لمعدات صناعة الذهب – فرع مجموعة الرميزان للتجارة المحدودة

شارع المدينة المنورة (طارق بن زياد)- حي المرقب، دوار الصالحية

الرياض ١١٤٩٢

هاتف/ فاكس ١٤٤٦١٣٤٨

فرع جده: الكندره

هاتف ٢٦٣٣٩٠٤٣

الباني لمعدات صيانة الذهب

سوق الذهب- حلة القصمان- حي البطحاء

صندوق بريد ١٠٨ الرياض ١١٣٨٢

هاتف ١٢٨٦٠٦٣٧

فاكس ٢٨٦٥٩٦٥

مؤسسة ركن جاويد لمعدات الذهب والفصوص

سوق الذهب- حلة القصمان- حي البطحاء

هاتف ١٢٨٧٥٣٥٤

شهيوين لمعدات صناعة الذهب

سوق الذهب- حلة القصمان- حي البطحاء

صندوق بريد ١٠٩١ الرياض ١١٤٤٣

هاتف ١٢٨٧١٩١٥

فاكس ١٤٤٨٦٧٢٨

فرع مؤسسة عبد الله سليمان البكري (معدات الذهب والفصوص)

سوق الذهب- حلة القصمان- حي البطحاء

هاتف/ فاكس ١٢٨٧٥٣٢٥

العبيد لمعدات صيانة الذهب

سوق الذهب- حلة القصمان- حي البطحاء

هاتف/فاكس ١٢٨٦١٣٩٣

شركة الريس

(المركز الرئيسي مكة المكرمة)

الإدارة العامة :

مكة المكرمة - ميدان الغزاوي - عمارة الريس

صندوق بريد ٢١٤٧

هاتف: ٠٢٥٤٤٢١٠٣

فاكس: ٠٢٥٤٤٠٤٨٧

بريد إلكتروني :mgmt@raiesco.com

موقع الإنترنت :www.raiesco.com

فرع الخالدية:

الرياض – **شارع الخزان** – عمارة الملكة (أبراج **الخالدية**) – الدور ١٧ – **مكتب رقم (٦) و (٧)**

هاتف : ٠١٤٠٣٥٣٧٩

فاكس : ٠١٤٠٣٩٥٥١

بريد إلكتروني :info@raiesco.com

فرع المرقب:

الرياض ، **قرب كوبري الأمير سلمان ، بجانب مستوصف ابن سينا ، معارض البواردي**

هاتف : ٠١٤٤٦٤٠٣٤

فاكس : ٠١٤٤٦٤٥١٥

بريد إلكتروني :info@raiesco.com

فرع اليمامة:

جدة ، **شارع** الستين ، **مقابل** مركز **دفاع** مدني الكندرة بالقرب **من سوق الذهب** (مركز اليمامة **للذهب**)

هاتف : ٠٢٦٤٢٤٠٨٣

فاكس : ٠٢٦٤٢٥٤٥٣

بريد إلكتروني :info@raiesco.com

مكتب الفارسي:

جدة ، **شارع** الستين ، **مقابل** مركز **دفاع** مدني الكندرة بالقرب **من سوق الذهب** (مركز اليمامة **للذهب**) .

هاتف : ٠٢٦٤٤٠٧٧٤

فاكس : ٠٢٦٤٤٠٧٧٤

بريد إلكتروني :info@raiesco.com

فرع الدمام:

الدمام – **تقاطع شارع الخزان (شارع ١٨) مع شارع** الملك **سعود – بجوار** البنك الأهلي .

هاتف : ٠٣-٨٣٤٣١٣٦

فاكس : ٠٣-٨٣٤٢٥٤٨

بريد إلكتروني :info@raiesco.com

مصنع المسبك الوطني
الرياض- صناعية الخرج.
هاتف : ٤٩٨٥٦٩٥
٤٩٨٢٠٩٠
فاكس : ٤٩٨٤٧٩٥
توصلت إلى هذه المواقع عبر البحث في الإنترنت :
شركة صالحي لصناعة ماكينات للمجوهرات.
اصفهان- ايران.
http://www.salehimachines.com/salehimachines/index.php?lang=ar
(الموقع باللغة العربية)
شركات الأدوات والأجهزة لصناعة الحلي والمجوهرات
في الصين والهند، وبعض الدول الأخرى
http://www.alibaba.com
(يوجد بحث بالعربية)
صفحة "الصفحات الصفراء في الهند" دليل للشركات في الهند.
http://www.indianyellowpages.com/

مقاطع فيلمية:

السبك بطريقة القشرة الخزفية.
http://youtu.be/uPgEIM-NbhQ
Lost Wax Casting Process
مقطع يبين مراحل السبك بطريقة القشرة الخزفية.
خطوات سبك خاتم خطوبة (جزائين)
(الجزء ١): التصميم في الحاسب، عمل نموذج الشمع، عمل قالب السبك، طرد الشمع، سبك المعدن.
http://youtu.be/kvgYwYbvM0c
(الجزء ٢) اخراج المعمل وتركيب الألماس.
http://youtu.be/dgQRuYv2XSM
فن السبك بالشمع المطرود: فيلم من ثلاثة اجزاء يشرح طريقة السبك بالشمع المطرود من مرحلة المضمون إلى نهاية العمل.

الجزء الأول: الفكرة والتصميم وعمل النموذج والقالب (بطريقة القالب المطاطي).

http://youtu.be/Hkb_8X-7bv0

الجزء الثاني: عمل قالب الصب وطرد الشمع

http://youtu.be/cNWYTanq5Rg

الجزء الثالث: صب المعدن واخراج العمل بالصورة النهائية.

http://youtu.be/PmdmMXgUk1I

السبك بقالب الرمل: فيلم من أربعة أجزاء يوضح طريقة السبك بقالب الرمل ومراحله.

مقدمة: شرح عن الأدوات والخامات المستخدمة في العمل.

http://youtu.be/Kmb5tivQ_bY

الجزء الأول: عمل قالب السبك بالرمل.

http://youtu.be/2aKPdMosBHQ

الجزء الثاني: عمل قنوات الصب

http://youtu.be/yghtCo6oKbw

الجزء الثالث: صهر المعدن وصبه في القالب واخراج العمل.

سبك البرونز في افريقيا (ايفي– مملكة يوروبا– نيجيريا ٥٠٠ م)

http://youtu.be/sbd4REmzzNU

عرض بعض اكتشافات المتحف البريطاني في إيفي، مع شرح لطريقة السبك التقليدية الأفريقية.

السلامة في ورشة المعادن.

١٢ نصيحة يجب الالتزام بها لسلامتك أثناء العمل في ورشة المعادن.

الجزء الأول:

http://youtu.be/4t2ddeJECZ8

الجزء الثاني:

http://youtu.be/FLVOOPgs9VU

طريقة السبك بالطرد المركزي

http://youtu.be/MvOKy3Msa4I

المقطع يبين طريقة عمل قالب مطاطي للحقن بالشمع، ومن ثم السبك بطريقة الطرد المركزي

طريقة عمل مصهر يعمل بالغاز.

http://youtu.be/-srm2k_1hn4

من سخانات ماء قديمة، والجدار الداخلي والأسمنت والعازل الحراري.

الملاحق

- إجراءات تخزين المواد الكيميائية
- ضوابط السلامة العامة والأمان في ورشة المعادن
- تحويل الدرجات الفهرنهايتية إلى درجات مئوية
- التلوين الكيميائي للمعادن
- جدول المواد الكيميائية الغير متوافقة
- **Risk and Safety Phrases**

الملحق رقم (١)

إجراءات تخزين المواد الكيميائية

تستخدم الكثير من المواد الكيمائية والأحماض في ورشة المعادن، ومن الضروري اتباع طرق وتجهيزات السلامة الخاصة بذلك والتي تسنها الجهات المسئول عن الأمان والسلامة الصناعية. ففي الكثير من الدول هناك قوانين تطبق على المصانع والمؤسسات التي تتعاطى مع المواد السامة والحارقة، وترتبط عادة تراخيص المصانع بتطبيق هذه الإجراءات، كما يوجد في الجامعات أقسام تقوم بتطبيق مثل هذه القوانين والإجراءات ومراقبة تنفيذها في المعامل الكيميائية، وذلك بسبب الأخطار والخسائر التي يسببها عدم الالتزام بها أو التهاون في تطبيقها بحذافيرها.

هذه بعض الإجراءات العامة التي يجب مراعاتها في تخزين المواد الكيميائية والأحماض

- يجب الفصل بين المواد الكيميائية الغير متوافق (على سبيل المثال، تخزين الأحماض المؤكسدة والمذيبات القابلة للاشتعال في أماكن منفصلة.) وذلك لمنع الاختلاط غير مقصودة من المواد الكيميائية التي يمكن ان تنتج انبعاث الغازات الضارة والأبخرة والحرارة والاشتعال والإنفجارات..
- يجب تخزين المواد الخطرة يجب أن يكون بعيدا عن الحرارة وأشعة الشمس المباشرة .قد تؤثر الحرارة وأشعة الشمس في المواد الكيميائية وتخفض من مستواها، كما تؤدي إلى تدهور حاويات التخزين ولصقات التعريف.
- يجب عدم تخزين المواد الخطرة (باستثناء المنظفات) تحت مغسلة الورشة.
- يجب أن تكون أغطية القوارير والحاويات مغلقة بشكل كامل، وهذا يمنع تسرب وتبخر محتوياتها.

• يجب استخدام خزانات التخزين المعتمدة للمواد القابلة للاشتعال أو حاويات التخزين القابلة للاشتعال لتخزين السوائل القابلة للاشتعال على أن لا تتجاوز ١٠ غالون في الغرفة الواحدة، ويمكن إبقاء السوائل القابلة للاشتعال والاحتراق التي توضع في زجاجات وأوعية قابلة للضغط والأوعية الثانوية الأخرى على الكونترات، أو طاولات العمل، شريطة ألا يتجاوز الحد الأقصى (١٠) جالون ويتم الاحتفاظ بها في أوعية ثانوية.

• يجب تخزين الأحماض غير العضوية في خزانات تخزين التآكل الحمضي الجدران الداخلية وأدواتها (مفصلات الأبواب وحوامل الرفوف) مقاومة للتآكل .ويمكن وضع هذه الخزانات تحت أغطية أو مداخن تصريف في وحدات قائمة بذاتها . أما الخزانات المستخدمة للمواد القابلة للاشتعال فهي ليست مقاومة للتآكل، ويجب أن لا تستخدم لتخزين الأحماض غير العضوية.

• يجب تثبيت شفة بلاستكية أو استخدام وسائل أخرى لتفادي المواد السقوط من أرفف التخزين المفتوحة.

• تخزين المواد الخطرة السائلة (بما في ذلك قوارير الضغط وزجاجات الغسل) في حاويات ثانوية، وذلك للحد من تأثير الأخطار من انتشار السوائل الناتجة عن الأواني المكسورة أو أي تسرب يحدث من الأواني، و يجب أن يكون حجم الحاويات الثانوية يزيد عن حجم الأواني بمقدار ١٠٪ من الحجم الإجمالي لجميع القوارير.

• الحاويات الثانوية متاحة بمختلف المواد التي توفر مقاومة متفاوتة للمواد الكيميائية المختلفة. استخدام خبرات المستخدمين أو المعلومات الواردة أدناه لتحديد المواد المناسبة.

• صواني تحميض الصور: توفر هذه الأواني مقاومة جيدة للمحاليل المائية وبعض المذيبات العضوية . ولكنها قد لا يكون خيارا جيدا للمذيبات الهموجيلنية

• الصواني المصنعة من مادة البوليبروبيلين والبوليئثيلين العالية الكثافة قد تتأثر بعض المواد العطرية والهيدروكربونات الهالوجينية.

• صواني الفولاذ المقاوم للصدأ (ستينلس ستيل) وصواني بيركس (الزجاج المقاوم للكسر) وهي مقاومة لطائفة واسعة من المواد الكيميائية، ولكنها أكثر تكلفة من الحاويات البلاستيكية وغير متوفرة في العديد من الأحجام والأشكال المختلفة.

• الحاويات ذات السعة الكبيرة مثل مكعبات البوليئثلين ذات الكثافة العالية مقبولة لخزن الكميات الكبيرة من السوائل شريطة أن تكون مقاومة للمواد الكيميائية المخزنة فيها.

• ينبغي أن تكون مساحة الرفوف والمسافة بينها كافية لاستيعاب أكبر الحاوية وتسمح بإزالتها من دون إمالتها، فقد يحدث تسرب أو تنقيط من الحاويات عند إعادتهم إلى الخزائن أو ورفوف والثلاجات.

• يجب الحد من المواد الخطرة تحت شفاطات الأبخرة والدخان إلى الكمية التي قيد الاستخدام أو اللازمة للنشاط.

• يجب تجنب تكديس المواد الكيميائية في المعمل.

- قم بشراء ما هو مطلوب فقط من المواد الكيميائية إذا كان ذلك ممكنا، واقتراض من المواد الكيميائية للمعامل الأخرى (من الفائض لديهم).
- يجب القيام بعمليات تنظيف وتنظيم دورية لتقليل تراكم المواد الكيميائية غير المرغوب فيها.

الملحق رقم (٢)

ضوابط السلامة العامة والأمان في ورشة المعادن

هذه لمحة عامة عن إجراءات السلامة التي يجب مراعاتها عند العمل في ورشة المعادن، مع الأخذ بعين الاعتبار أن كل منطقة من مناطق الورشة لها ضوابطها الخاصة التي يجب الالتزام بها.

١- ممنوع استخدام سماعات الأذن لسماع التسجيلات أو سماعات الهاتف النقال في الورشة لأن ذلك يشتت انتباهك، وعدم سماع التحذيرات والإرشادات والتوجيهات.

٢- ضع هاتفك النقال على الصامت، ويفضل إطفاؤه تماما أثناء العمل، وذلك لما يحدثه من صوت وتشتيت للتركيز وبالأخص أثناء تشغيل الأجهزة.

٣- إذا كنت مرهقا من السهر أو مريضا أو أخذت أدوية تؤثر على تركيزك، لا تقم باستخدام أي جهاز في الورشة، ويفضل طلب إجازة مرضية من الطبيب.

٤- يجب عدم لبس الملابس الفضفاضة، وعليك إزالة الغترة أو ما شابه من على رأسك، وللشعر الطويل يجب ربطه في الخلف برباط محكم.

٥- يفضل لبس الملابس القطنية الخاصة بالعمل (افرأول أو بدلة تدريبات رياضية أو ما شابه)، ويفضل أن تكون قاتمة اللون (عادة الأزرق القاتم) لكي لا يظهر عليها الاتساخ بسرعة.

٦- يجب لبس نظارة السلامة لوقاية العين عند استخدام الأجهزة مثل المثقب (الدريل) الكهربائي أو جهاز الجلخ أو جهاز التلميع أو جهاز الحفر أو أثناء اللحام وغير ذلك من الأجهزة.

٧- يجب وضع كمامات على الفم والأنف عند السنفرة اليدوية أو المكانيكية أو عند استخدام المينا أو جهاز التلميع أو عند التعامل مع الأحماض وذلك لحماية نفسك من الغبار والأبخرة السامة.

٨- يجب غسل اليدين جيدا بالماء الجاري والصابون عند الانتهاء من العمل وقبل لمس أي مأكولات باليد مباشرة للحفاظ على صحتك وحمايتك من التسمم الغذائي.

٩- يجب ارتداء حذاء (جزمة) على قدميك لحمايتهما من العدد والأدوات المتساقطة أو الارتطام بحواف الأجهزة. ويفضل لبس الحذاء الخاص بالسلامة.

١٠- انتبه جيدا وركز أثناء الحركة في الورشة، فبعض العدد والأدوات قد تكون في طريقك وبعضها قد تجرحك أو تؤدي إلى إصابات بليغة.

١١- لا تتحدث أو تمازح شخصا يقوم بالعمل على جهاز، ولا تلتفت لأحد يحدثك أثناء العمل على الأجهزة، استمع واستمر في العمل وأعلمه- دون أن تلتفت إليه- أنك لا تستطيع أن تجاوبه حتى تنتهي من العمل، أطفئ الجهاز إن أردت التحدث معه.

١٢- دائما لا تلتفت أو تبتعد عن الأجهزة وهي تدور، أطفئ الجهاز وتأكد أنه قد توقف تماما قبل أن تأخذ خطوة للابتعاد عنه.

١٣- لا تحمل الأشياء الثقيلة أو الكبيرة بمفردك، اطلب المساعدة من الزملاء أو الزميلات في الورشة.

١٤- استخدم الأدوات والعدد والأجهزة الاستخدام الصحيح والسليم، ولا تستخدمها لأغراض لم تصمم من أجله. اطلب المساعدة من المسئول عن الورشة إذا لم تكن على دراية بوظيفة الأداة أو الجهاز أو طريقة تشغيله

١٥- ضع الأدوات والعدد بالقرب منك أثناء العمل، وأرجعها إلى مكانها حال الانتهاء منها.

١٦- حافظ على نظافة المنطقة التي تعمل بها، وقم بإزالة أي أوراق أو قصاصات المعدن التي لا تحتاجها، فالأوساخ و"الكركبة" تودي إلى إصابات لا تحمد عقباها.

الملحق رقم (٣)

تحويل الدرجات الفهرنهايتية إلى درجات مئوية

من المئوية إلى الفهرنهايتية: الدرجة المئوية×٩÷٥+٣٢	من الفهرنهايتية إلى المئوية: الدرجة الفهرنهايتية-٣٢×٥÷٩

م	ف
صفر	٣٢
٥٠	١٢٢
٧٥	١٦٧
١٠٠	٢١٢
١٢٥	٢٥٧
١٥٠	٣٠٢
١٧٥	٣٤٧
٢٠٠	٣٩٢
٢٢٥	٤٣٧
٢٥٠	٤٨٢
٢٧٥	٥٢٧
٣٠٠	٥٧٢
٣٢٥	٦١٧
٣٥٠	٦٦٢
٣٧٥	٧٠٧
٤٠٠	٧٥٢
٤٢٥	٧٩٦
٤٥٠	٨٤٢

م	ف
٦٥٠	١٢٠٢
٦٧٥	١٢٤٧
٧٠٠	١٢٩٢
٧٢٥	١٣٣٧
٧٥٠	١٣٨٢
٧٧٥	١٤٢٧
٨٠٠	١٤٧٢
٨٢٥	١٥١٧
٨٥٠	١٥٦٢
٨٧٥	١٦٠٧
٩٠٠	١٦٥٢
٩٢٥	١٦٩٧
٩٥٠	١٧٤٢
٩٧٥	١٧٨٧
١٠٠٠	١٨٣٢
١٠٢٥	١٨٧٧
١٠٥٠	١٩٢٢
١٠٧٥	١٩٦٧

ف	م
٣٢	صفر
١٠٠	٣٨
١٥٠	٦٦
٢٠٠	٩٣
٢٥٠	١٢١
٣٠٠	١٤٩
٣٥٠	١٧٧
٤٠٠	٢٠٤
٤٥٠	٢٣٢
٥٠٠	٢٦٠
٥٥٠	٢٨٨
٦٠٠	٣١٦
٦٥٠	٣٤٣
٧٠٠	٣٧١
٧٥٠	٣٩٩
٨٠٠	٤٢٧
٨٥٠	٤٥٤
٩٠٠	٤٨٢

ف	م
١٣٠٠	٧٠٤
١٣٥٠	٧٣٢
١٤٠٠	٧٦٠
١٤٥٠	٧٨٨
١٥٠٠	٨١٦
١٥٥٠	٨٤٣
١٦٠٠	٨٧١
١٦٥٠	٨٩٩
١٧٠٠	٩٢٧
١٧٥٠	٩٥٤
١٨٠٠	٩٨٢
١٨٥٠	١٠١٠
١٩٠٠	١٠٣٨
١٩٥٠	١٠٦٦
٢٠٠٠	١٠٩٣
٢٠٥٠	١١٢١
٢١٠٠	١١٤٩
٢١٥٠	١١٧٧

٤٧٥	٨٨٧
٥٠٠	٩٣٢
٥٢٥	٩٧٧
٥٥٠	١٠٢٢
٥٧٥	١٠٦٧
٦٠٠	١١١٢
٦٢٥	١١٥٧

١١٠٠	٢٠١٢
١١٢٥	٢٠٥٧
١١٥٠	٢١٠٢
١١٧٥	٢١٤٧
١٢٠٠	٢١٩٢
١٢٢٥	٢٢٣٧
١٢٥٠	٢٢٨٢

٩٥٠	٥١٠
١٠٠٠	٥٣٨
١٠٥٠	٥٦٦
١١٠٠	٥٩٣
١١٥٠	٦٢١
١٢٠٠	٦٤٩
١٢٥٠	٦٧٧

٢٢٠٠	١٢٠٤
٢٢٥٠	١٢٣٢
٢٣٠٠	١٢٦٠
٢٣٥٠	١٢٨٨
٢٤٠٠	١٣١٦
٢٤٥٠	١٣٤٣
٢٥٠٠	١٣٧١

الملحق رقم (٤)

التلوين الكيميائي للمعادن

هذه مجموعة من الوصفات الشائعة في تلوين المعادن كيميائيا. وقد تختلف النتائج حسب طريقة الاستخدام وحالة المعدن. تذكر أنك تتعامل مع مواد كيميائية نفاذة، فاتبع احتياطات السلامة، مع مراعاة تهوية منطقة العمل بشكل جيد.

أولا: اللون البني الفاتح إلى البني القاتم

حبات من كبد الكبريت (liver of Sulfer) بقدر حبة الحمص وتذاب في مقدر نصف لتر من الماء ويمكن وضعه على النار لتسريع الذوبان (لون المحلول بعد الخلط أصفر فاتح). يدهن السطح به بواسطة فرشاة.

يستخدم المحلول على النحاس الأحمر، البرونز، فضة إسترلينية.

ثانيا: اللون الأسود القاتم

كبد الكبريت (liver of Sulfer) ٦٥ جرام

أكوا أمونيا (سائل) Acua Ammonia ١٠ سم مكعب.

الماء جالون (٣,٧٨ لتر)

يمكن استخدام البرونز أو النحاس أو الفضة لتسويد السطح بالكامل أو جزء منه ويستخدم بالغمر أو بالفرشاة.

ثالثا: الأسود المائل إلى الزرقة

سولفيد الباريوم Barium sulphide حبيبات صغيرة.

ماء ٢٠ سم مكعب.

يستخدم الخليط حارا.

رابعا: الأخضر (للنحاس الأحمر والأصفر)

نترات النحاس Copper sulphate ١٢٥ جرام

كربونات الكالسيوم Calcium carbonate ١٢٥ جرام

كلوريد الألمنيوم Ammonium chloride ١٢٥ جرام

ماء جالون (٣,٧٨ لتر)

يسخن العمل والمحلول و يغسل بقطعة من القماش أو الإسفنج مشبعة بالمحلول. ولإعطاء قيم لونية مختلفة يغمس العمل- بعد ظهور اللون- في ماء محلى.

خامسا: الأزرق (للنحاس الأحمر والحديد المصقول العالي الكربون)

أستات الرصاص Lead acetate ٦٠-١٢٠ سم مكعب

تايوسلفيد الصوديوم Sodium thiosulphate ٢٧٠ سم مكعب

حامض أستيتك Acetic acid ١٢٠ سم مكعب

ماء جالون (٣,٧٨ لتر)

(يسخن المحلول إلى درجة ٨٢ درجة م، "١٨٠ف")

يجب وضع عازل على العمل لتثبيت اللون.

سادسا: كرستل (للنحاس الأصفر والبرونز)

سلوفيد النحاس Copper sulphate ٢٣٠ جرام

كلوريد الأومونيوم Ammonium chloride ١١٥ جرام

ماء جالون (٣,٧٨ لتر)

يستخدم المحلول حارا أو باردا.

سابعا: أخضر مصفر (للنحاس الأحمر والأصفر)

نترات النحاس Copper nitrate ٣ جرام

كلوريد الأمنيوم Ammonium chloride ٣ جرام

كلوريد الكالسيوم Calcium chloride ٣ جرام

ماء ٩٠ سم مكعب

هذا المحلول ينتج لونا متساويا. يمكن دهن العمل بالمحلول ثلاث مرات، يترك ليجف بعد كل طبقة.

ثامنا: محلول لإعطاء المعدن لمعانا ساطعا.

حامض النتريك المركز Nitric Acid ٢٥٪

حامض السلفوريك المركز Sulphuric Acid ٦٠٪

حامض الهيدروكوريك المركز Hydrochloric Acid ٢٪

ماء النسبة المتبقية من ١٠٠٪

ينظف العمل ويعالج بحمض التنظيف ويدعك بالماء والصابون وينشف أولا قبل إعطاء اللمعة. يغمر العمل في المحلول المعد ويرفع ثم يغسل بالماء الجاري.

تاسعا: محلول لإعطاء سطح مطفي.

يستخدم هذا المحلول بعد غمسه في المحلول السابق وغسله بالماء وتنشيفه.

حامض النتريك المركز Nitric acid ٦٥٪

حامض السلفوريك المركز Sulphuric acid ٣٥٪

سولفيد الزنك Zinc Sulphate (رطل واحد لكل جالون من المحلول)

هنالك العديد من الوصفات الكيميائية لتكوين ألوان أخرى

الأحمر الشفاف (للبرونز)

سايناند البوتاسيوم Potassium ferrocyanide ملعقة صغيرة.

ماء نصف لتر.

يسخن الماء ويذاب السايناند في الماء. ويدهن المحلول بالفرشاة على سطح البرونز الساخن. ويمكن وضع عدة طبقات. ويجب غمس العمل في ماء بارد بعد كل طبقة.

الملحق رقم (٥)

جدول المواد الكيميائية الغير متوافقة

المواد الكيميائية	احفظها بعيدا عن
حمض الخليك	حمض الكروميك، وحامض النيتريك ، وحمض البيركلوريك ، البيروكسيدات ، والمؤكسدات الأخرى البيرمانجانت
اسيتون	الخلطات المركزة من حمض النيتريك والكبريتيك، والقواعد القوية
الاسيتيلين	الكلور والبروم، والنحاس والفلور والفضة والزئبق
المعادن القلوية	المياه ورابع كلوريد الكربون أو غيرها من المواد الهيدروكربونية المكلورة ، وثاني أكسيد الكربون ، والهالوجينات
الأمونيا ، اللامائية	الزئبق والكلور وهيبوكلوريت الكالسيوم واليود والبروم وحمض الهيدروفلوريك
نترات الامونيوم	الأحماض، مساحيق المعادن، والسوائل القابلة للاشتعال، الكلورات، النتريت، والكبريت، المواد العضوية المقسمة أو المواد القابلة للاحتراق
الأنيلين	حامض النيتريك ، بيروكسيد الهيدروجين
مواد الزرنيخ	أي عامل تخفيض
الأزيدات	الأحماض
البروم	نفس الكلور
أكسيد الكالسيوم	المياه
الكربون (المفعل)	هيبوكلوريت الكالسيوم، وكلها عوامل مؤكسدة
رابع كلوريد الكربون	الصوديوم

الكلورات	أملاح الأمونيوما ، والأحماض ، مساحيق المعادن ، والكبريت ، وتنقسم المواد العضوية ناعما أو القابلة للاشتعال
حامض الكروم وثالث أكسيد الكروم	حمض الخليك ، النفتالين والكافور ، الجلسرين ، الغليسرين ، زيت التربنتين والكحول والسوائل القابلة للاشتعال بشكل عام
الكلور	الأمونيا ، والأسيتيلين ، البيوتاديين والبيوتان ، والميثان والبروبان (أو الغازات البترولية الأخرى) ، والهيدروجين ، وكربيد الصوديوم ، والتربنتين ، والبنزين ، و المعادن
ثاني أكسيد الكلور	الأمونيا والميثان والفوسفين ، كبريتيد الهيدروجين
النحاس	الأسيتيلين وبيروكسيد الهيدروجين
الأحماض الكيومين هيدروكسايد	الاحماض ، العضوية أو غير العضوية
السيانيد	الأحماض
السوائل القابلة للاشتعال	نترات الامونيوم ، وحامض الكروم ، بيروكسيد الهيدروجين ، وحامض النيتريك ، بيروكسيد الصوديوم ، الهالوجينات
الهيدروكربونات	الفلور والكلور والبروم وحمض الكروم ، بيروكسيد الصوديوم
حمض الهيدروسيانيك	الأحماض
حامض الهيدروفلوريك	الأمونيا ، مائي أو قواعد اللامائية ، والسيليكا
بيروكسيد الهيدروجين	النحاس والكروم والحديد ومعظم المعادن أو أملاحها ، والكحول ، والأسيتون ، والمواد العضوية ، والأنيلين ، النيتروميثان والسوائل القابلة للاشتعال
كبريتيد الهيدروجين	حمض النتريك والأحماض الأخرى ، والغازات المؤكسدة ، والأسيتيلين ، والأمونيا (مائية أو لا مائية) والهيدروجين
هيبوكلوريتات	الاحماض ، والكربون المنشطة
اليود	الأسيتيلين ، والأمونيا (مائية أو لا مائية) والهيدروجين
الزئبق	الأسيتيلين ، والأمونيا
النترات	حامض الكبريتيك
حامض النيتريك (مركز)	، الأنيلين ، وحامض الكروم ، وحمض الهيدروسيانيك ، كبريتيد الهيدروجين ، والسوائل القابلة للاشتعال أو غازات قابلة للاشتعال ، والنحاس ، والنحاس ، أي المعادن الثقيلة
النتريت	الأحماض
النتروبرافينات	العناصر المعدنية والأمينات
حمض الأكساليك	الفضة والزئبق
الأكسجين	الزيوت والشحوم والهيدروجين والسوائل القابلة للاشتعال والمواد الصلبة أو الغازات
حمض البيركلوريك	حمض الخليك أنهيدريد والبزموت وسبائكه والكحول والورق والخشب والشحوم والزيوت
البيروكسيدات والأحماض العضوية	الأحماض (العضوية أو المعدنية) وتجنب الاحتكاك ، تخزين بارد

الفوسفور (أبيض)	الهواء، والأكسجين ، والقلويات، ومواد الإختزال
البوتاسيوم	رابع كلوريد الكربون وثاني أكسيد الكربون والماء
كلـــــورات البوتاســـــيوم وبيركلورات	الكبريت والأحماض أخرى ، المعادن القلوية والمغنيسيوم والكالسيوم. Telluridesالحد من وكلاء
برمنغنات البوتاسيوم	الغليسرين وجلايكول الإثيلين و بنزيلديهايد وحامض الكبريتيك
السيلينايدات	مواد اختزال
الفضة	الأسيتيلين وحمض الأكساليك وحمض الطرطريك ومركبات الأمونيوم وحمض الفولمينيك
الصوديوم	رابع كلوريد الكربون ، وثاني أكسيد الكربون والماء
نترات الصوديوم	نترات الأمونيوم وأملاح الأمونيوم الأخرى
بيروكسيد الصوديوم	كحـول إثيـل أو الميثيـل وحـامض الخليـك الجليـدي وأنهيدريـد الخـل وبنزيلديهايـد و ثـاني كبريتيـد الكربـون والجليسرين وجلايكول الإيثيلين وأسيتات إيثيل وأسيتات الميثيل و الفرفورال
الكبريت	الاحماض
حمض الكبريتيك	كلورات البوتاسيوم وبركلورات البوتاسيوم وبرمنجنات البوتاسيوم (أو مركبات المعادن الخفيفة و شـابهه ، مثـل الصوديوم والليثيوم ، الخ)
تيلوريدز	مواد اختزال

Manufacturing Chemists' Association (1972), *Guide for Safety in the Chemical Laboratory,* (2nd ed.) pp. 215–217. Van Nostrand Reinhold Co., New York.

الملحق رقم (٦)

توجد ترجمة لهذا الملحق في متن الكتاب

Risk and Safety Phrases

Most MSDS sheets now contain codes such as R23 or R45 which correspond to certain "risk phrases", and S17 or S24, which correspond to certain "safety phrases".

Risk Phrases	S		Safety Phrases	S
R1 Explosive when dry.			**S1** Keep locked up.	
R2 Risk of explosion by shock, friction, fire or other source of ignition.			**S2** Keep out of the reach of children.	
			S3 Keep in a cool place.	
R3 Extreme risk of explosion by shock, friction, fire or other sources of ignition.			**S4** Keep away from living quarters.	
R4 Forms very sensitive explosive metallic compounds.			**S5** Keep contents under ... (there follows the name of a liquid).	
R5 Heating may cause an explosion.			**S6** Keep under ... (there follows	

R6 Explosive with or without contact with air. **R7** May cause fire. **R8** Contact with combustible material may cause fire. **R9** Explosive when mixed with combustible material. **R10** Flammable. **R11** Highly flammable. **R12** Extremely flammable. **R13** Extremely flammable liquefied gas **R14** Reacts violently with water. **R15** Contact with water liberates extremely flammable gases. **R16** Explosive when mixed with oxidizing substances. **R17** Spontaneously flammable in air. **R18** In use, may form inflammable/explosive vapor-air mixture. **R19** May form explosive peroxides. **R20** Harmful by inhalation. **R21** Harmful in contact with skin. **R22** Harmful if swallowed. **R23** Toxic by inhalation.	the name of an inert gas). **S7** Keep container tightly closed. **S8** Keep container dry. **S9** Keep container in a well-ventilated place. **S12** Do not keep the container sealed. **S13** Keep away from food, drink and animal foodstuffs. **S14** Keep away from ... (a list of incompatible materials will follow). **S15** Keep away from heat. **S16** Keep away from sources of ignition. **S17** Keep away from combustible material. **S18** Handle and open container with care. **S20** When using, do not eat or drink. **S21** When using do not smoke. **S22** Do not breathe dust. **S23** Do not breathe vapor. **S24** Avoid contact with skin. **S25** Avoid contact with eyes. **S26** In case of contact with eyes,

R24 Toxic in contact with skin.

R25 Toxic if swallowed.

R26 Very toxic by inhalation.

R27 Very toxic in contact with skin.

R28 Very toxic if swallowed.

R29 Contact with water liberates toxic gas.

R30 Can become highly flammable in use.

R31 Contact with acids liberates toxic gas.

R32 Contact with acid liberates very toxic gas.

R33 Danger of cumulative effects.

R34 Causes burns.

R35 Causes severe burns.

R36 Irritating to eyes.

R37 Irritating to respiratory system.

R38 Irritating to skin.

R39 Danger of very serious irreversible effects.

R40 Possible risk of irreversible effects.

R41 Risk of serious damage to the eyes.

R42 May cause sensitization by

rinse immediately with plenty of water and seek medical advice.

S27 Take off immediately all contaminated clothing.

S28 After contact with skin, wash immediately with plenty of soap-suds.

S29 Do not empty into drains.

S30 Never add water to this product.

S33 Take precautionary measures against static discharges.

S35 This material and its container must be disposed of in a safe way.

S36 Wear suitable protective clothing.

S37 Wear suitable gloves.

S38 In case of insufficient ventilation, wear suitable respiratory equipment.

S39 Wear eye / face protection.

S40 To clean the floor and all objects contaminated by this material, use .... (there follows suitable cleaning material).

S41 In case of fire and / or explosion do not breathe fumes.

S42 During fumigation / spraying wear suitable respiratory equipment.

inhalation. **R43** May cause sensitization by skin contact. **R44** Risk of explosion if heated under confinement. **R45** May cause cancer. **R46** May cause heritable genetic damage. **R47** May cause birth defects **R48** Danger of serious damage to health by prolonged exposure. **R49** May cause cancer by inhalation. **R50** Very toxic to aquatic organisms. **R51** Toxic to aquatic organisms. **R52** Harmful to aquatic organisms. **R53** May cause long-term adverse effects in the aquatic environment. **R54** Toxic to flora. **R55** Toxic to fauna. **R56** Toxic to soil organisms. **R57** Toxic to bees. **R58** May cause long-term adverse effects in the environment. **R59** Dangerous to the ozone layer. **R60** May impair fertility.		**S43** In case of fire use ... (there follows the type of fire-fighting equipment to be used.) **S45** In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately (show the label whenever possible.) **S46** If swallowed, seek medical advice immediately and show this container or label. **S47** Keep at temperature not exceeding... **S48** To be kept wet with (there follows a material name). **S49** Keep only in the original container. **S50** Do not mix with ... **S51** Use only in well ventilated areas. **S52** Not recommended for interior use on large surface areas. **S53** Avoid exposure - obtain special instructions before use. **S56** Dispose of this material and its container at hazardous or special waste collection point. **S57** Use appropriate container to avoid environmental contamination. **S59** Refer to manufacturer / supplier for information on

R61 May cause harm to the unborn child. **R62** Risk of impaired fertility. **R63** Possible risk of harm to the unborn child. **R64** May cause harm to breastfed babies. **R65** Harmful: may cause lung damage if swallowed **R66** Repeated exposure may cause skin dryness or cracking **R67** Vapors may cause drowsiness and dizziness		recovery / recycling. **S60** This material and its container must be disposed of as hazardous waste. **S61** Avoid release to the environment. Refer to special instructions / safety data sheets. **S62** If swallowed, do not induce vomiting; seek medical advice immediately and show this container or label.

المصدر: http://physchem.ox.ac.uk/MSDS/#R%20and%20S

ثبت المصطلحات

عربي– إنجليزي

أ

أحماض	Acids
أخطار	Risks
أداة الجلخ	Grinder
أدوات حفر على المعدن	Burrs
الأشعة فوق الحمراء	Infrared
الإضاءة	Lighting
الإطار العلوي والإطار السفلي في السبك بقالب الرمل	Cope & Drag
الانتموني	Antimony
انصهار	Melting
أولفين	Olivine

ب

بارز أو ناتئ	Relief
برونز	Bronze
بلاتين	Platinum
بلاستسين : عجينة بلاستكية	Plasticeen
بلاستيك شفاف	Plexiglas
بواركس (مادة صاهرة ومنظفة)	Borax
بوتقة	Crucible
بيوتر (معدن)	Pewter

ت

تأكسد (صدأ)	Oxidization
تحديد ظلي	Highlight
تخمير المعدن: تسخينه لدرجة حرارة معينة لزيادة قابليته للتشكيل	Annealing
تدريب على الإخلاء في حال الحريق	Fir-drill
تدوير: استخدام الخامات مثل المعادن والورق والزجاج وغيرها	Recycling
تشبع	Saturation
تشذيب وتهذيب العمل	Finishing
التصنيع الكمي	Mass production
تطعيم	Inlay
تكفيت	Overlay
تلك	Talc
تلميع	Buffing
تلميع	Polishing
تلميع صابونة	Polishing compound
تلوين المعدن بالتفاعل الكيميائي	Patina
تلوين المعدن بالتيار الكهربائي والصبغات	Anodizing
تلوين كيميائي بالأحماض	Patina
تنسيم أو إنهاء التحكم	Release
تنميق أو زخرفة	Decoration
تهوية	Ventilation

ج

جبس القولبة	Molding plaster

جبس القولبة (جبس نقي)	Modeling plaster
جبس قالب السبك	Investment plaster
جبس قالب صب المعدن	Investment
جرافيت (مادة سوداء تصنع منه بواتق الصهر)	Graphite
جروج : فخار مطحون	Grog
جص	Plaster
جهاز حفر المعادن	flexible shaft
جهاز لحقن الشمع	Wax injecting pump
جهاز لضغط الهواء	Compressor
جهاز هزاز لطرد الهواء من الجبس	Vibrator

ح

حامض السلفوريك	Sulfuric acid
حامض النتريك	Nitric acid
حبيبات الشمع	Wax granules
حديد غير قابل للصدأ (ستينلس ستيل)	stainless steel
حذاء السلامة	Safety shoes
حراري	Refractory
حرفي	Craftsman
حرق (طرد) الشمع	Burn-out

د

درع واقي للوجه	Shield
دقماق : مطرقة خشبية أو من اللحاء	Mallet
دورق	Flask
دولاب التلميع	Polishing wheel

ذ

ذهب	Gold
ذهب صافي	Fine Gold

ر

رافعة	Wench

ز

زئبق	Mercury
زخارف	Ornament
زرادية	Player
زعانف معدنية تحدث من تسلل المعدن في شقوق القالب	Fins
زمبلك (سسته)	spring
زنك	Zinc

س

سائل يستخدم في الألياف الزجاجية ويضاف إليه مجفف	Resin
سبك	Casting
سبك بالقشرة الخزفية	Ceramic-shell casting
السبك بجهاز الشفط	Vacuum Casting
السبك بقالب الرمل	Sand casting
سبك بقوة الجاذبية	Gravity casting
سبك بقوة الطرد المركزي	Centrifugal casting
سبك بواسطة قالب الرمل	Sand casting
سراج	Lamp

سسته	Spring
سلطانية لخلط الجبس	Mixing bawl
السلكا	Silica
سُمك	Thickness

ش

شكل	Form
شمع البرافين	paraffin
شمع القنوات	Sprue wax
شمع لاصق	Sticky wax
شمع يستخدمه مصنعو الأسنان	Dental wax
شمعدان	Candlestick

ص

صابون زيتي	Oil soap
الصفار	Copper smith
صفيحة	Sheet
صقل المعدن	Burnishing
صناعات يدوية	Crafts
صندوق العدد	Toolbox

ط

طريقة السبك بالشمع المطرود	Lost-wax casting

ع

عازل	Resist

عجينة بلاستيكية	Pyrometer clay
عدة العمل	Tools

غ

غازات منبعثة	Fumes
غير قابل للتراجع	Irreversible

ف

فحم	Charcoal
فرشة سلك	Wire brush
فرن	Kiln
فرن طرد الشمع	Burn-out kiln
فضة	Silver
فضة إسترلينية	Sterling silver
فقازات (كفوف) واقية للعمل	Gloves
فقاعات هواء	Air bubals
الفلين الصناعي	Polystyrene foam
فولاذ	Iron

ق

قالب	Mold
قدر تسيح الشمع	Melting pot
قصدير	Tin
قطع إلى الداخل	Undercut
قطع مثلث من المعدن أو الخشب	Wedge
قلم ثابت الحبر	permanent marker

قناة التهوية (لطرد الهواء من القالب أثناء صب المعدن المصهور)	Venting channel
قناة التوصيل في النموذج الشمعي	Sprue
قوالب الشمع	Wax blocks
قيراط	carat (K)

ك

كابل	Shaft

ل

لحام بمزيج من غاز الأوكسجين والأسلتين	Oxisetleen
لحام ثقيل : مثل اللحام بأعواد النحاس أو الحديد	Welding
لحام خفيف : مثل اللحام بالفضة أو الرصاص	Soldering
لشمع الطبي	Dental wax
لقالب المطاطي	Rubber mold
لكر (مادة بترولية عالية اللمعان)	Lacquer
اللهب	Flam
ليتكس (مادة مطاطية)	Latexes

م

مادة مانعة لتكون الفقاقيع	Diabolizing agent
مادة ملينة	Silicon Lubricate
مبرد	file
مثقب	Drill
المجرفة	Scooper
مجفف	Hardener

محور	Shaft
مساعد صهر	Flux
مسبك	Foundry
مسدس لحام	Soldering gun
مشعل لحام بالأكسجين والاستلين	Oxisetleen
مصارع الثيران	Picador
المصب	Poring cup
مصهر	Furnace
مطاط الأسود: مادة سميكة تستخدم في عمل القوالب	Black Taffy
مطرقة	Hammer
معجون الشمع	Wax-past
معدن	Metal
معدن الرصاص	Lead
معدن حديدي	Ferrous metal
معدن غير صرف(مضاف إليه خامات إخرى)	Alloys
معدن لا حديدي	Nonferrous metal
معول (شيول)	Shovel
المغنسيوم	Magnesium
مقص للمعدن	Snips
مقياس للحرارة العالية	Pyrometer
ملزمة	Vice
ملقاط	Tong
مناضد العمل	Work-bench
منحوتة صغيرة	Small sculpture
منخل أو غربال	Sifter
منشار	Saw

المنيوم	Aluminum
ميدالية	Medallion
ميزان	Scale

ن

ناقوس: إناء من البلاستيك الشفاف لتغطية الدورق وذلك لطرد الهواء	Bell
نجفة	Chandelier
نحاس أحمر	Copper
نحاس اصفر	Brass
نظارات واقية للعين أثناء العمل	Goggles
نظارة مكبرة	Magnifying glass
النمطية	Mannerism
نموذج	Model
نموذج شمعي	Wax model
نواة القالب	Core
نيكل	Nickel Sliver
نيكل	Nickel

هـ

هيكل يستخدم لعمل المنحوتات	Armature

و

واضح الحواف	Crispy
ورق السنفرة	Sandpaper
ورق سنفرة خاص بالمعدن	Emery paper
ورنيش	Varnish

ثبت المصطلحات

إنجليزي–عربي

A

English	العربية
Acids	أحماض
Air bubals	فقاعات هواء
Alloys	معدن غير صرف(مضاف إليه خامات إخرى)
Aluminum	المنيوم
Annealing	تخمير المعدن: تسخينه لدرجة حرارة معينة لزيادة قابليته للتشكيل
Anodizing	تلوين المعدن بالتيار الكهربائي والصبغات
Antimony	الانتموني
Armature	هيكل يستخدم لعمل المنحوتات

B

English	العربية
Bell	ناقوس: إناء من البلاستيك الشفاف لتغطية الدورق وذلك لطرد الهواء
Black Taffy	مطاط الأسود: مادة سميكة تستخدم في عمل القوالب
Borax	بوراكس (مادة صاهرة ومنظفة)
Brass	نحاس اصفر
Bronze	برونز
Buffing	تلميع
Burnishing	صقل المعدن
Burn-out	حرق (طرد) الشمع
Burn-out kiln	فرن طرد الشمع
Burrs	أدوات حفر على المعدن

c

English	العربية
Candlestick	شمعدان

carat (K)	قيراط
Casting	سبك
Centrifugal casting	سبك بقوة الطرد المركزي
Ceramic-shell casting	سبك بالقشرة الخزفية
Ceramic-shell casting	السبك بالقشرة الخزفية
Chandelier	نجفة
Charcoal	فحم
Compressor	جهاز لضغط الهواء
Cope & Drag	الإطار العلوي والإطار السفلي في السبك بقالب الرمل
Copper smith	الصفار
Copper	نحاس أحمر
Core	نواة القالب
Crafts	صناعات يدوية
Craftsman	حرفي
Crispy	واضح الحواف
Crucible	بوتقة

D

Decoration	تنميق أو زخرفة
Dental wax	شمع يستخدمه مصنعو الأسنان
Debubblizing agent	مادة مانعة لتكون الفقاقيع
Drill	مثقب

E

Emery paper	ورق سنفرة خاص بالمعدن

F

Ferrous metal	معدن حديدي

file	مبرد
Fine Gold	ذهب صافي
Finishing	تشذيب وتهذيب العمل
Fins	زعانف معدنية تحدث من تسلل المعدن في شقوق القالب
Fir-drill	تدريب على الإخلاء في حال الحريق
Flam	اللهب
Flask	دورق
flexible shaft	جهاز حفر المعادن
Flux	مساعد صهر
Form	شكل
Foundry	مسبك
Fumes	غازات منبعثة
Furnace	مصهر

G

Gloves	قفازات (كفوف) واقية للعمل
Goggles	نظارات واقية للعين أثناء العمل
Gold	ذهب
Graphite	جرافيت (مادة سوداء تصنع منه بواتق الصهر)
Gravity casting	سبك بقوة الجاذبية
Grinder	أداة الجلخ
Grog	جروج : فخار مطحون

H

Hammer	مطرقة
Hardener	مجفف
Highlight	تحديد ظلي

I

Infrared	الأشعة فوق الحمراء
Inlay	تطعيم
Investment	جبس قالب صب المعدن
Investment plaster	جبس قالب السبك
Iron	فولاذ
Irreversible	غير قابل للتراجع

K

Kiln	فرن

L

Lacquer	لكر (مادة بترولية عالية اللمعان)
Lamp	سراج
Latexes	ليتكس (مادة مطاطية)
Latexes	ليتكس
Lead	معدن الرصاص
Lighting	الإضاءة
Lost-wax casting	طريقة السبك بالشمع المطرود

M

Magnesium	المغنسيوم
Magnifying glass	نظارة مكبرة
Mallet	دقماق : مطرقة خشبية أو من اللحاء
Mannerism	النمطية
Mass production	التصنيع الكمي
Medallion	ميدالية
Melting pot	قدر تسيح الشمع

English	العربية
Melting	انصهار
Mercury	زئبق
Metal	معدن
Mixing bawl	سلطانية لخلط الجبس
Model	نموذج
Modeling plaster	جبس القولبة (جبس نقي)
Mold	قالب
N	
Nickel Sliver	نيكل
Nickel	نيكل
Nitric acid	حامض النتريك
Nonferrous metal	معدن لا حديدي
O	
Oil soap	صابون زيتي
Olivine	أولفين
Ornament	زخارف
Overlay	تكفيت
Oxidization	تأكسد (صدأ)
Oxisetleen	لحام بمزيج من غاز الأوكسجين والأسلتين
P	
paraffin	شمع البرافين
Patina	تلوين المعدن بالتفاعل الكيميائي
Patina	تلوين كيميائي بالأحماض
Permanent Marker	قلم ثابت
Pewter	بيوتر (معدن)

Picador	مصارع الثيران
Plaster	جص
Plasticeen	بلاستسين : عجينة بلاستكية
Platinum	بلاتين
Player	زرادية
Plexiglas	بلاستيك شفاف
Polishing compound	تلميع صابونة
Polishing wheel	دولاب التلميع
Polishing	تلميع
Polystyrene foam	الفلين الصناعي
Poring cup	المصب
Pyrometer	مقياس للحرارة العالية
Pyrometer clay	عجينة بلاستيكية

R

Recycling	تدوير : استخدام الخامات مثل المعادن والورق والزجاج وغيرها
Refractory	حراري
Release	تنسيم أو إنهاء التحكم
Relief	بارز أو ناتئ
Resin	سائل يستخدم في الألياف الزجاجية ويضاف إليه مجفف
Resist	عازل
Risks	أخطار
Rubber mold	لقالب المطاطي

S

Safety shoes	حذاء السلامة
Sand casting	السبك بقالب الرمل

Sandpaper	ورق السنفرة
Saturation	تشبع
Saw	منشار
Sprue wax	شمع القنوات
Scale	ميزان
Scooper	المجرفة
Shaft	كابل
Shaft	محور
Sheet	صفيحة
Shield	درع واقي للوجه
Shovel	معول (شيول)
Sifter	منخل أو غربال
Silica	السلكا
Silicon Lubricate	مادة ملينة
Silver	فضة
Small sculpture	منحوتة صغيرة
Snips	مقص للمعدن
Soldering gun	مسدس لحام
Soldering	لحام خفيف: مثل اللحام بالفضة أو الرصاص
Spring	سسته
spring	زمبلك (سسته)
Sprue	قناة التوصيل في النموذج الشمعي
stainless steel	حديد غير قابل للصدأ (ستينلس ستيل)
Sterling silver	فضة إسترلينية
Sticky wax	شمع لاصق
Sulfuric acid	حامض السلفوريك

T

Talc	تلك
Thickness	سُمك
Tin	قصدير
Tong	ملقاط
Toolbox	صندوق العدد
Tools	عدة العمل

U

undercuts	قطعات تحتية

V

Vacuum Casting	السبك بجهاز الشفط
Varnish	ورنيش
Ventilation	تهوية
Venting channel	قناة التهوية (لطرد الهواء من القالب أثناء صب المعدن المصهور)
Vibrator	جهاز هزاز لطرد الهواء من الجبس
Vice	ملزمة

W

Wax blocks	قوالب الشمع
Wax granules	حبيبات الشمع
Wax injecting pump	جهاز لحقن الشمع
Wax model	نموذج شمعي
Wax-past	معجون الشمع
Wedge	قطع مثلث من المعدن أو الخشب
Welding	لحام ثقيل: مثل اللحام بأعواد النحاس أو الحديد
Wench	رافعة

Wire brush	فرشة سلك
Work-bench	مناضد العمل

Z

Zinc	زنك

٢

كشاف الموضوعات

أ

ب

ت

ج

ح

د

ذ

ر

ز

س

و

السيرة الذاتية

- من مواليد ١٩٥٧م (١٣٧٧هـ) في قرية الجش بمحافظة القطيف بالمملكة العربية السعودية.
- حاصل على الدكتوراه في التربية الفنية من جامعة ولاية بنسلفانيا عام ١٩٨٩م.
- يعمل بالتدريس بقسم التربية الفنية، جامعة الملك سعود بالرياض (السعودية) منذ عام ١٩٨٩م. كماعمل بالتدريس قبل ذلك في الولايات المتحدة الأمريكية.
- شارك في العديد من المعارض الخارجية في الكويت، الشارقة، البحرين، القاهرة، لندن، واشنطن العاصمة، وبعض المدن الأمريكية.
- شارك في العديد من مؤتمرات الصناعات التقليدية في العالم الإسلامي، وعدد من المؤتمرات الأكاديمية في مجال التخصص وقدم عددا من أوراق العمل والبحوث.
- شارك في تحكيم بعض المعارض المحلية ومسابقات الشعارات أهمها تحكيم الشعار الرسمي بمناسبة مرور مئة عام على انطلاقة تأسيس المملكة العربية السعودية.
- نشر بعض البحوث والكتب في مجال الفنون وله بعض المساهمات في الصحافة المحلية.
- أهتماماته الفنية تتركز في مجال الخزف و المعادن و الخامات النحتية المختلفة والحاسب واستخداماته في الفنون، وكذلك الفن المسرحي.
- قام بإعداد وتقديم بعض البرامج التربوية في التربية الفنية لصالح مركز الإنتاج التلفزيوني بجامعة الملك سعود بالرياض.
- عضو في جمعية أجهزة الحاسب **Association of Computing Machinery ACM**/ جمعية سجراف **SIGGRAPH** / الجمعية العالمية للتربية عن طريق الفن **INSEA**